

❖ **As novas tecnologias aplicadas na coleta e processamento de dados topográficos**



Dr. Tule César Barcelos Maia

Métodos e técnicas de levantamento

Nas auditorias e inspeções são utilizados métodos e técnicas de levantamento de dados de campo para verificação de projetos e obras públicas.

Os levantamentos são realizados nas seguintes áreas do conhecimento:

Geodésia



Sensoriamento remoto



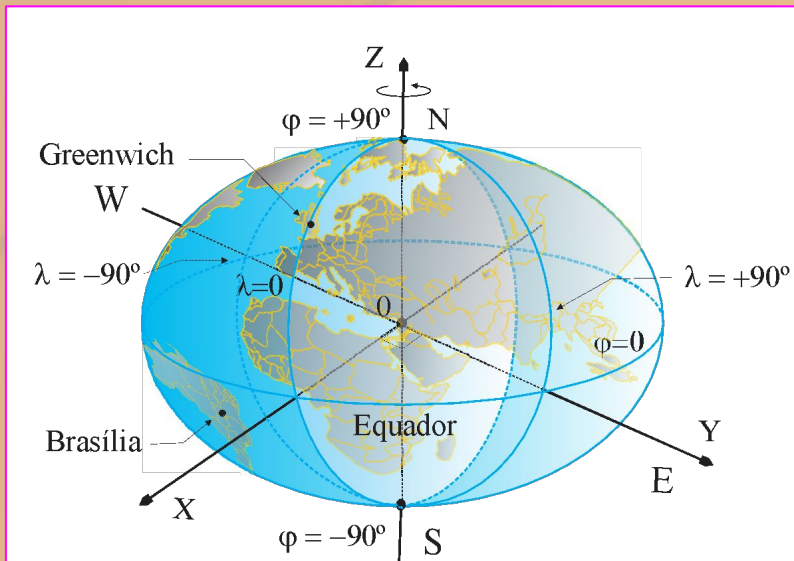
Topografia



Representação dos dados coletados

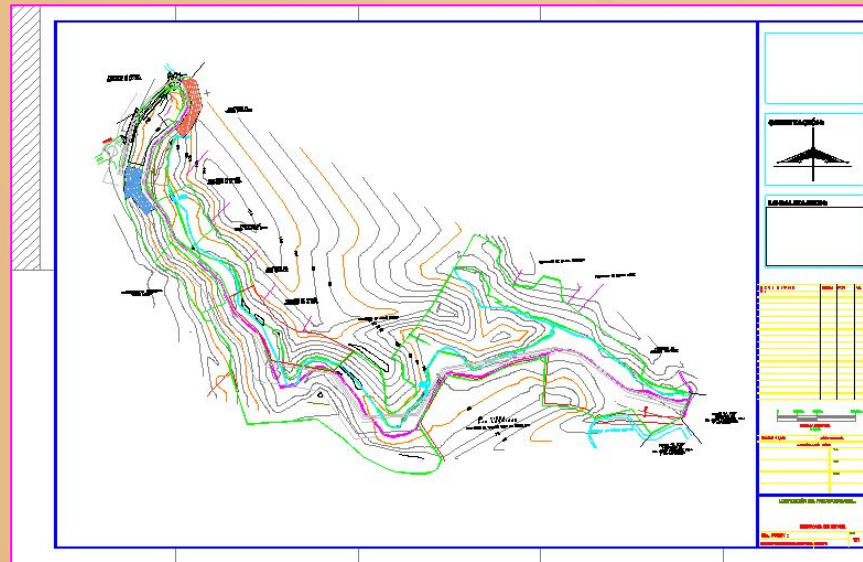
As representações podem ser:

Geodésicas



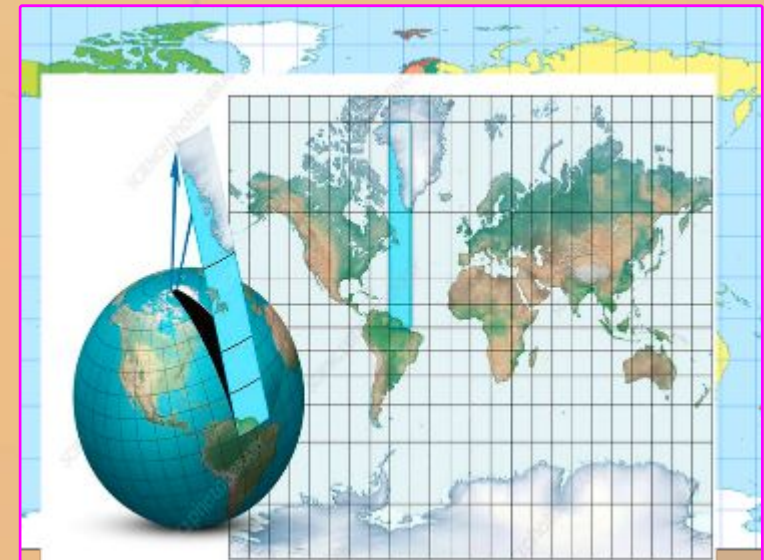
Cartesianas ou Geográficas

Topográficas



Plano Local

Cartográficas



Projeção UTM

Tecnologia usada antes das novas aquisições

Coleta de dados em campo para aplicações em topografia

Pontos discretos



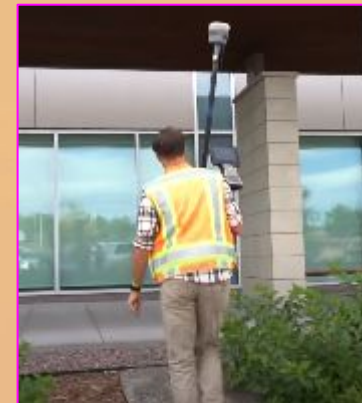
Diastímetro



Distânciômetro



Estação total



GNSS



Tecnologias disponíveis

Coleta de dados em campo para aplicações em topografia

Pontos contínuos – Terrestre e Estático



Estações de rastreamento



Escâner 3D

Tecnologias disponíveis

Coleta de dados em campo para aplicações em topografia

Pontos contínuos – Terrestre e Cinemático



Estações de rastreamento costal



Estações de rastreamento veicular

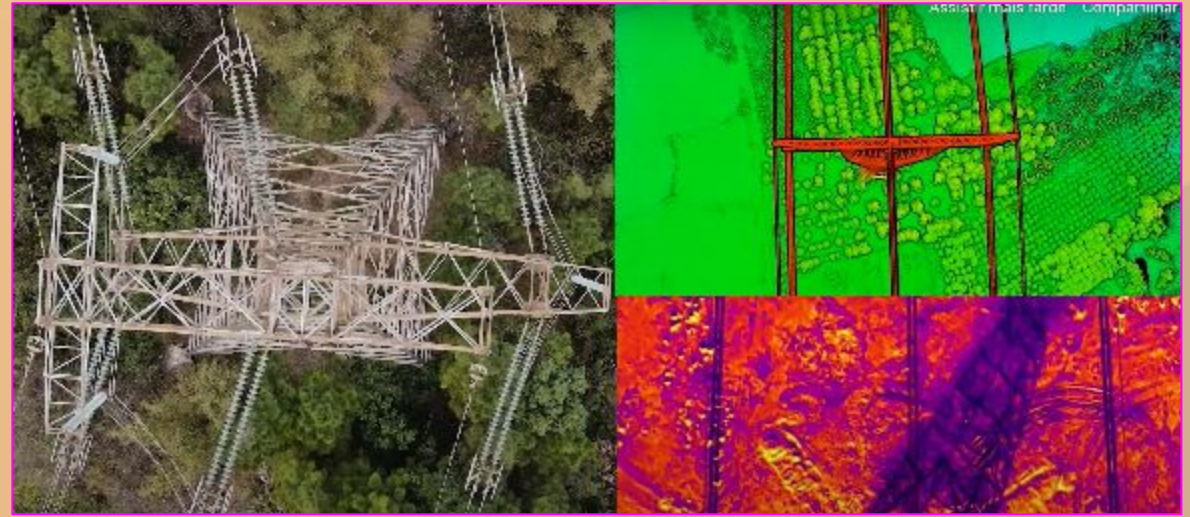
Tecnologias disponíveis

Coleta de dados em campo para aplicações em topografia

Pontos contínuos – Aéreo e cinemático



Drones com câmeras



Nuvem de pontos e modelos

Estratégia usada na aquisição tecnológica

Diante de um cenário vasto, com diferentes equipamentos e aplicações, a equipe do TCE-GO estabeleceu uma estratégia para a escolha de uma solução adequada e posterior implementação daquela adotada:

Aspectos considerados:

- Alta produtividade em campo e escritório
- Confiabilidade, integridade e reprodutibilidade dos dados
- Assistência técnica e treinamento facilitado
- Custos de aquisição e de manutenção

Ações:

- Reuniões e discussões entre as equipes de trabalho e presidência
- Pesquisa de mercado
- Visitas a empresas prestadoras de serviços
- Visitas a revendedores de equipamentos
- Participação em Feiras de tecnologia

Solução Tecnológica Adotada

Soluções adotadas inicialmente com a tecnologia disponível (2017):

Multi-estação de rastreamento e 2 receptores GNSS RTK integrados

Drone Mavic Pro



Critérios usados na aquisição tecnológica

Critérios considerados na aquisição: **SX10**

- Pontos de controle apenas para base GNSS
- Versatilidade no georreferenciamento da Estação de rastreo
 - ✓ em tempo real (RTK)
 - ✓ ou ponto materializado (Marco)
- Alcance de rastreo e quantidade de pontos coletados
- Pós processamento
- Pouca edição dos dados de campo
- Modelagem automatizada
 - ✓ classificação dos objetos levantados
 - ✓ superfície matemática do terreno

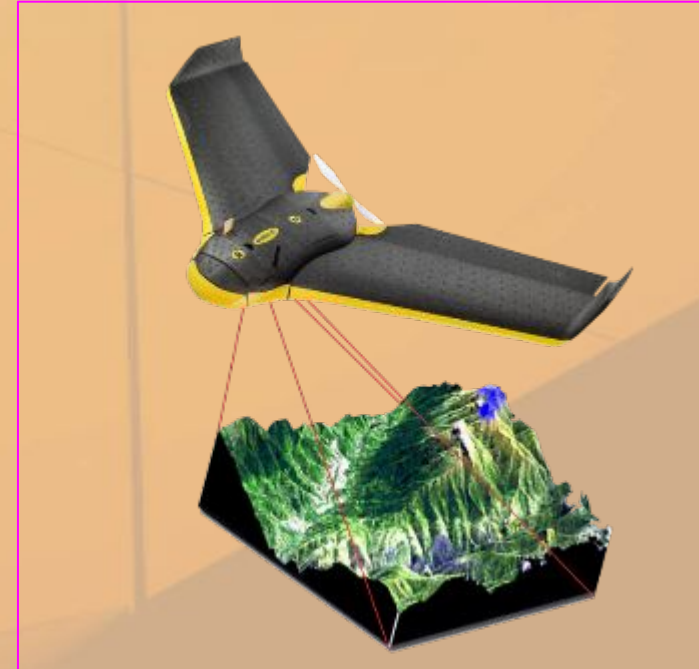


Critérios usados na aquisição tecnológica

Critérios considerados na aquisição:

Mavic Pro

- Registro
 - ✓ pontos de difícil acesso
 - ✓ posições não coletadas pela SX10
- Aerolevantamento
 - ✓ Apenas para avaliação do resultado do imageamento



Dados Observados pela Tecnologia Adotada

Coleta de dados

SX 10



Mavic pro



Atualização do Sistema Integrado

Aquisição em 2022:

R12i

- Aumento na produtividade
- Operação facilitada
 - ✓ pontos de difícil acesso
 - ✓ possibilidade de posicionamento fora da vertical do lugar



R12i

Compensador
IMU e eBubble-
(bolha eletrônica)

Controladora



Aquisição de Nova Tecnologia

Atualização levando em conta a tecnologia disponível (2022) e gargalos na solução inicialmente adotada:

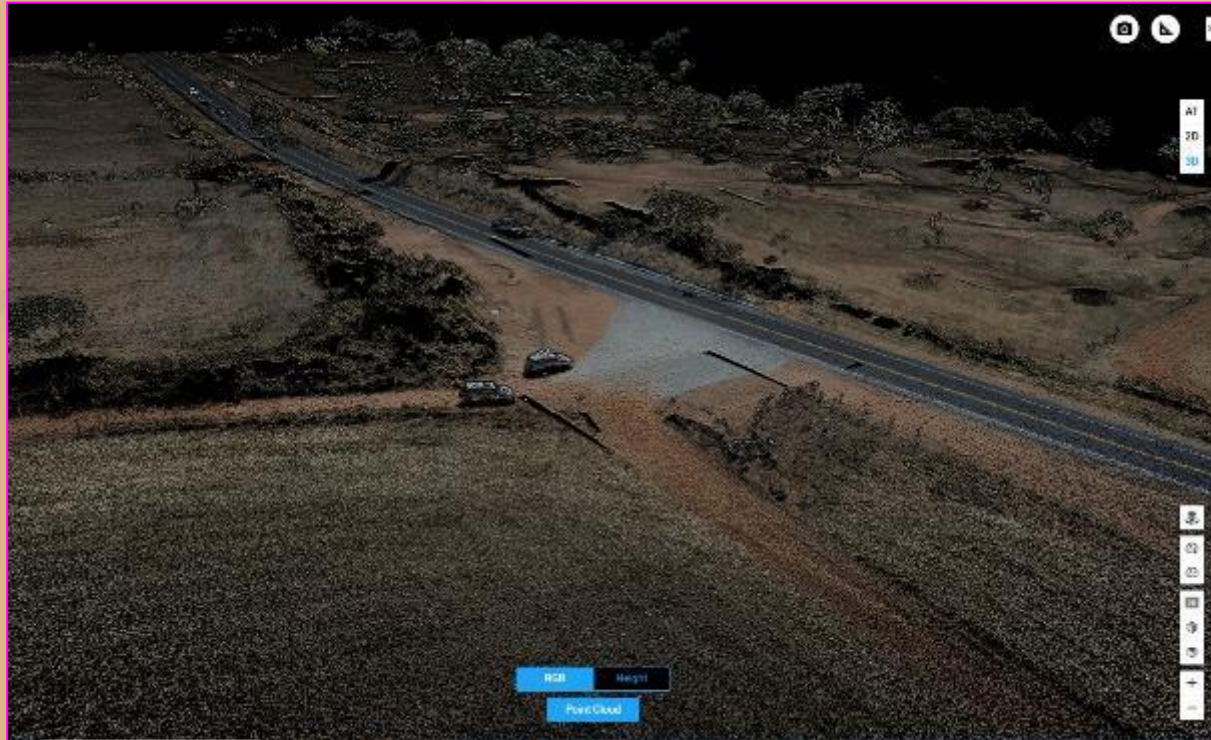


Dados Observados pela Tecnologia Adquirida

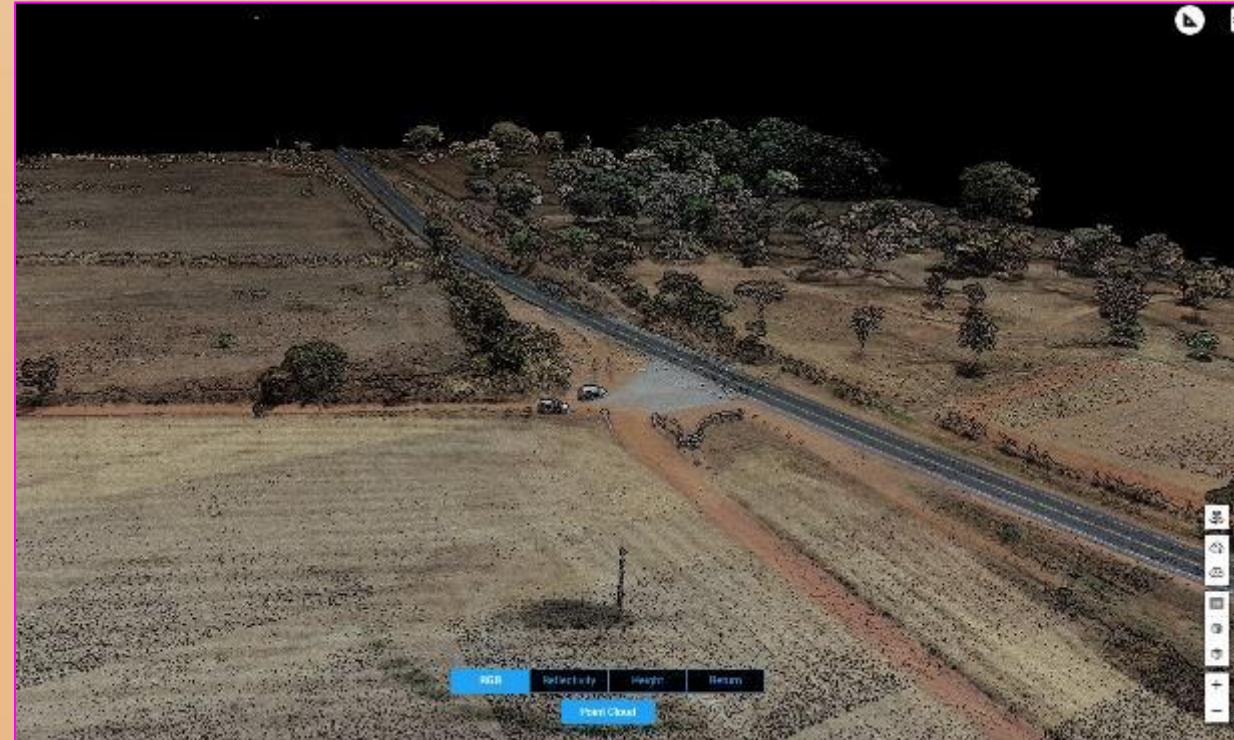
Atualização levando em conta a tecnologia disponível (2022) e gargalos na solução inicialmente adotada:

Coleta de dados

Câmera P1 - RGB



Câmera L1 - RGB



Dados Observados pela Diferentes Tecnologias

Teste de qualidade dos dados das diferentes tecnologias disponíveis no TCE-GO

Área de teste:

- GO-010
- Extensão – 800 m

Aplicação:

- SX10
- Mavic Pro
- Matrice 300
 - ✓ P1
 - ✓ L1



Operação em Campo Usando as Diferentes Tecnologias

Características e Produtividade

Área de teste: GO-010 - **Extensão – 800 m**

MATRICE 300 + CÂMERA P1:

Plano de voo: Altitude: 110m

Front Overlap: 70%

Side Overlap: 50%

GSD Teórico: 1,38cm/pix

Tempo Gasto:

Sem necessidade de materialização dos pontos de controle e levantamento RTK

10 minutos – Montagem e configuração da base D-RTK2

10 minutos - Montagem do MATRICE 300 com a câmera P1

7 minutos – Tempo de execução do plano de voo

10 minutos – Desmontagem do sistema drone e base

TOTAL: 37 MINUTOS

Não exige Pós-processamento

MAVIC PRO:

Plano de voo: Altitude: 65m

Front Overlap: 70%

Side Overlap: 50%

GSD Teórico: 1,5cm/pix

Tempo Gasto:

2 horas e 30 minutos – Materialização dos pontos de controle e levantamento RTK

05 minutos – Montagem do MAVIC PRO

12 minutos – Tempo de execução do plano de voo

05 minutos – Desmontagem

TOTAL: 2 HORAS E 52 MINUTOS (APROX 3 HORAS)

Exige Pós-processamento pesado

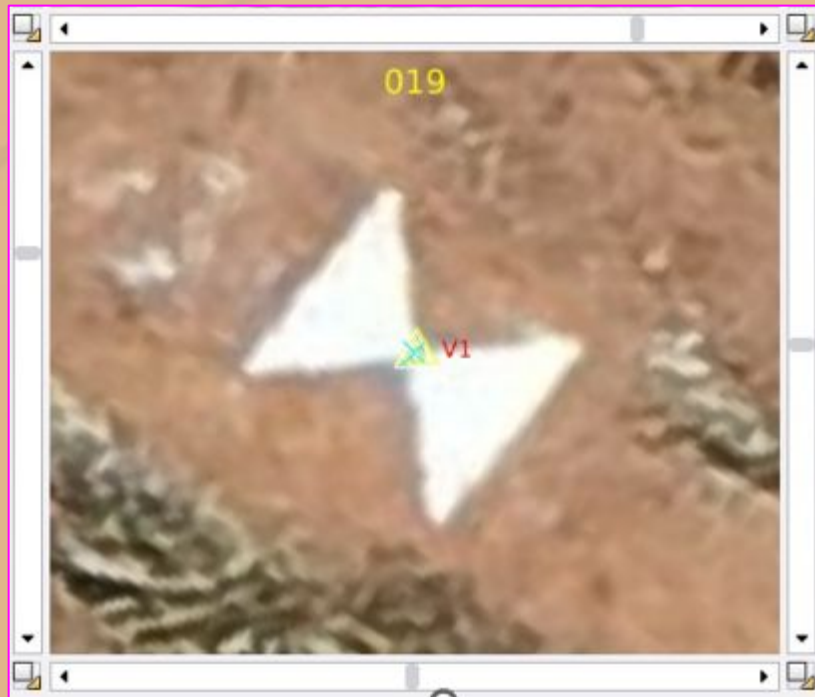


Operação em Campo Usando as Diferentes Tecnologias

Características e Produtividade

Pontos de verificação

Matrice 300 – Câmera P1 45 Mpx



Área de teste: GO-010 - **Extensão – 800 m**

Pontos de controle e verificação

Mavic Pro – Câmera 12,35 Mpx



Operação em Campo Usando as Diferentes Tecnologias

Características e Produtividade

Área de teste: GO-010 - **Extensão – 800 m**

MATRICE 300 + LIDAR L1 RECOBRIMENTO:

- Plano de voo: Altitude: 80m
- Front Overlap: 70%
- Side Overlap: 50%
- Densidade de pontos: 205 pts/m²
- GSD Teórico: 2,18cm/pix

Tempo Gasto:

- 10 minutos – Montagem e configuração da base D-RTK2
- 15 minutos – Montagem do MATRICE 300 e aquecimento do sensor LIDAR L1
- 15 minutos – Tempo de execução do plano de voo
- 10 minutos – Desmontagem do sistema drone e base

TOTAL: 50 MINUTOS

Não exige Pós-processamento

MATRICE 300 + LIDAR L1 LINEAR:

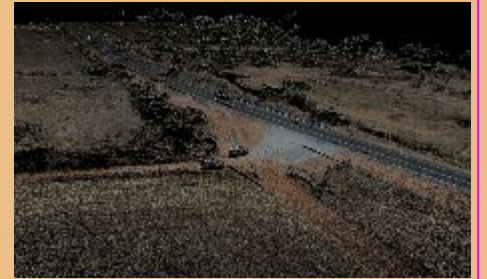
- Plano de voo: Altitude: 70m
- Densidade de pontos: 568 pts/m²
- GSD Teórico: 2,54cm/pix

Tempo Gasto:

- 10 minutos – Montagem e configuração da base D-RTK2
- 15 minutos – Montagem do MATRICE 300 e aquecimento do sensor LIDAR L1
- 9 minutos – Tempo de execução do plano de voo
- 10 minutos – Desmontagem do sistema drone e base

TOTAL: 44 MINUTOS

Não exige Pós-processamento



Operação em Campo Usando as Diferentes Tecnologias

Características e Produtividade

SX10

- 09 Estações de rastreo para recobrimento da área
- Densidade de pontos: padrão 0,5 mrad, espaçamento de 25 mm a 50 m
- GSD Teórico: Câmera de visão geral 20 mm a 50 m

Tempo Gasto

- 15 minutos – Montagem e configuração da base R8
- 10 minutos – Montagem da SX 10 e georreferenciamento
- 7 minutos – Tempo de execução do rastreo
- 10 minutos – Deslocamento para outra estação de rastreo

TOTAL: 6,5 horas

Não exige Pós-processamento

Área de teste: GO-010 - Extensão – 800 m



Operação em Campo Usando as Diferentes Tecnologias

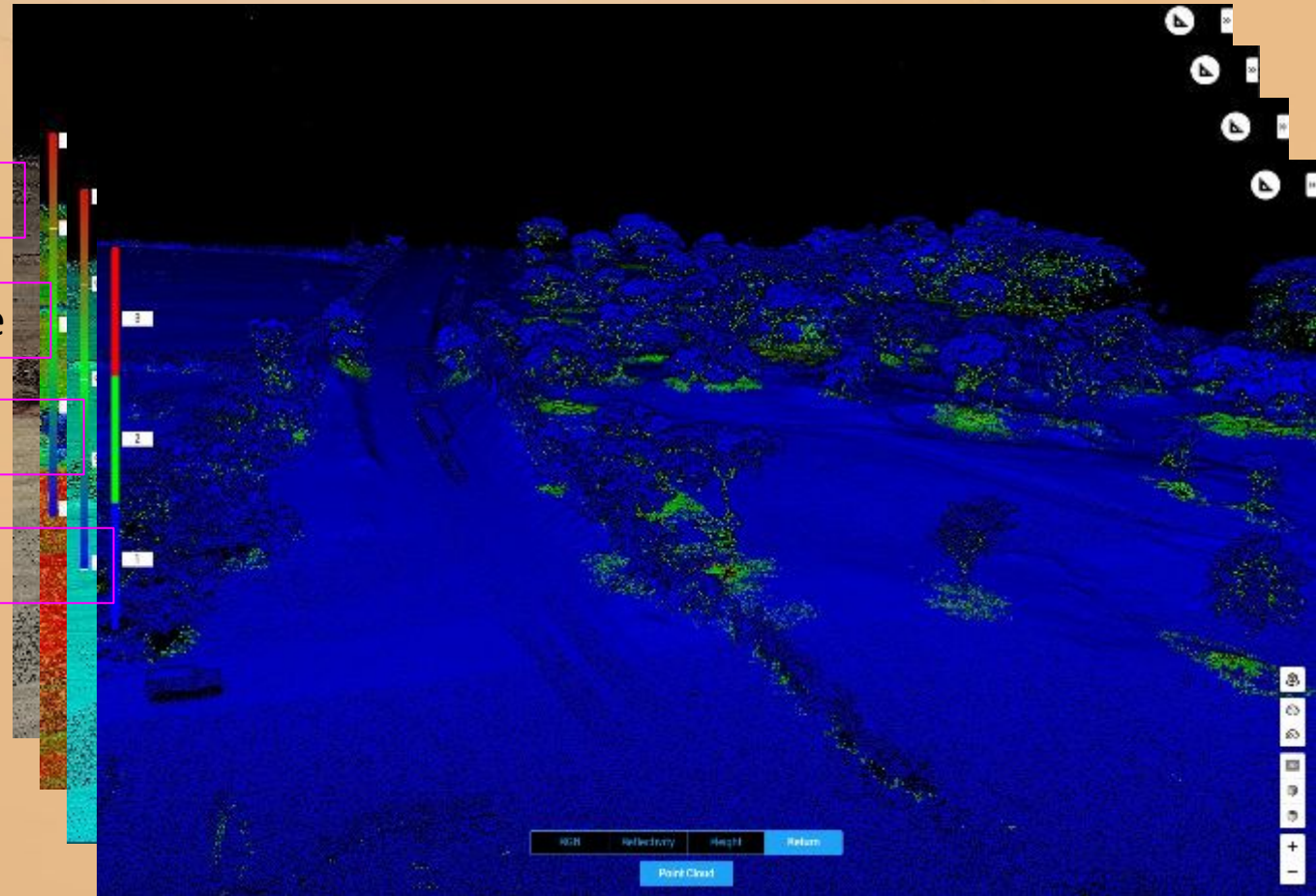
Coleta de dados Matrice 300

Câmera L1 - RGB

Câmera L1 - Refletividade

Câmera L1 - Altura

Câmera L1 - Retorno



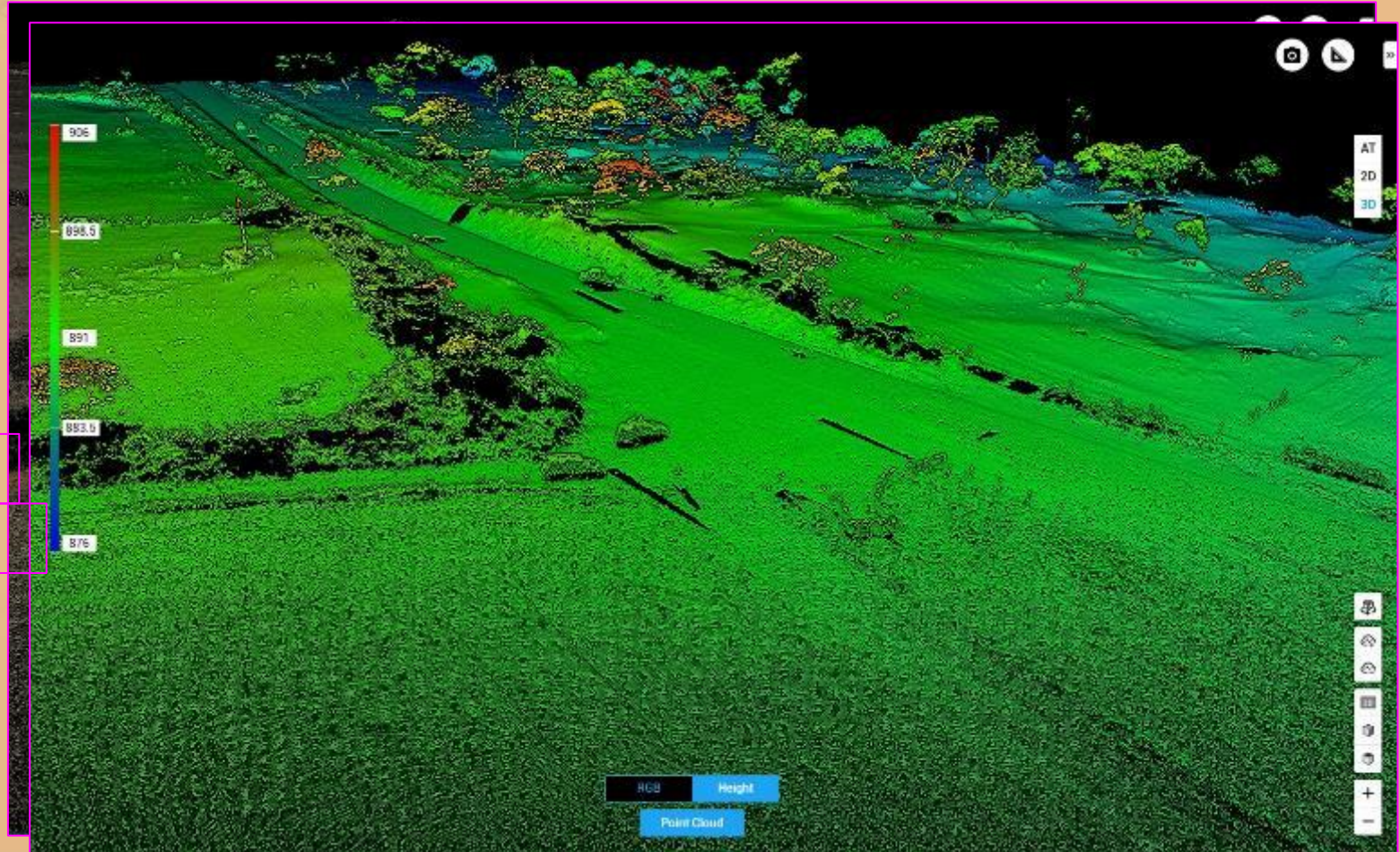
Operação em Campo Usando as Diferentes Tecnologias

Coleta de dados Matrice 300

Drone – Câmera P1

Detalhes da quantidade de pontos no solo abaixo da vegetação

- ✓ Câmera P1 - RGB
- ✓ Câmera P1 - Altura



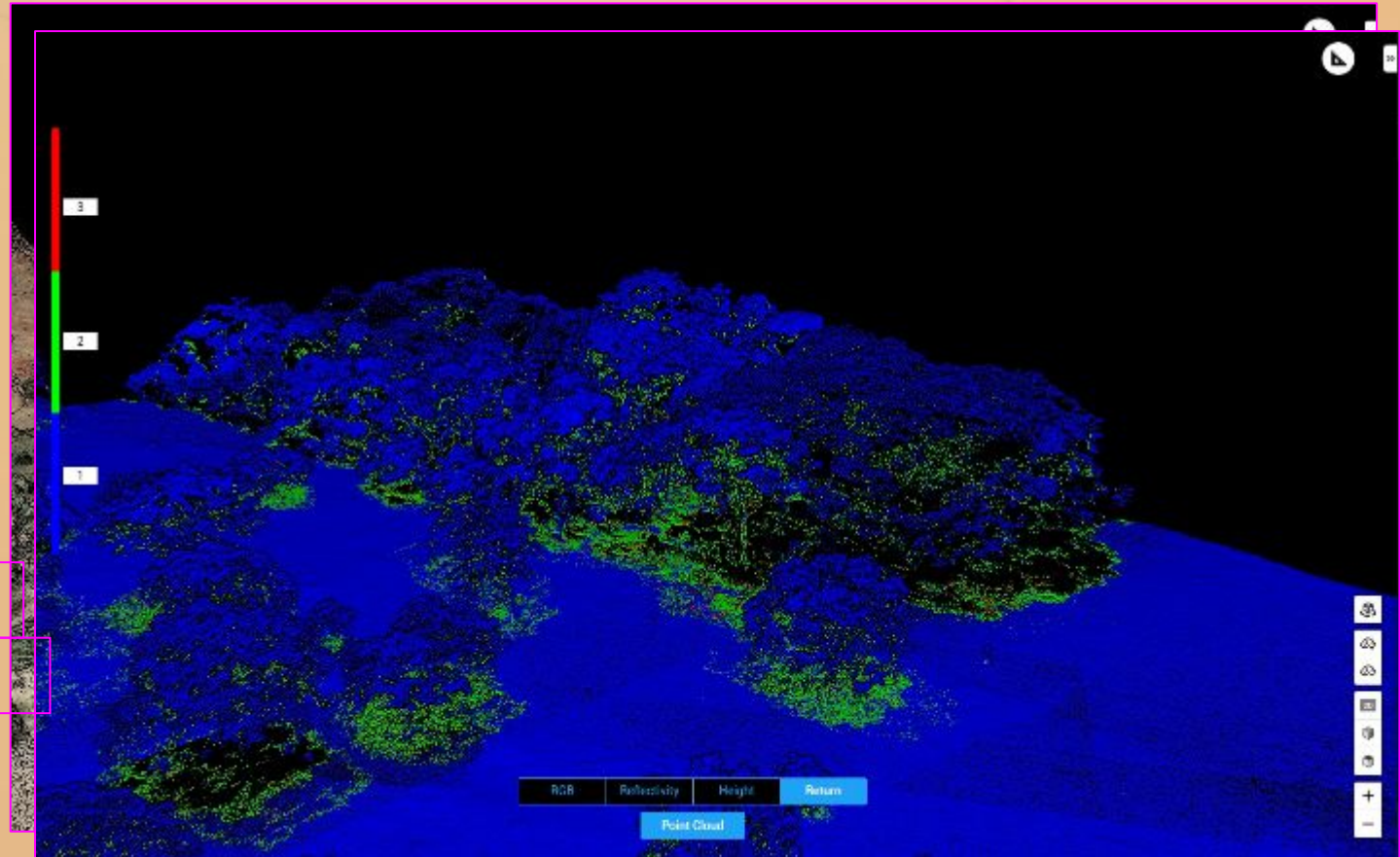
Operação em Campo Usando as Diferentes Tecnologias

Coleta de dados Matrice 300

Drone – Câmera L1

Detalhes da quantidade de pontos no solo abaixo da vegetação

- ✓ pontos escuros – RGB
- ✓ pontos verdes - Retorno



Operação em Campo Usando as Diferentes Tecnologias

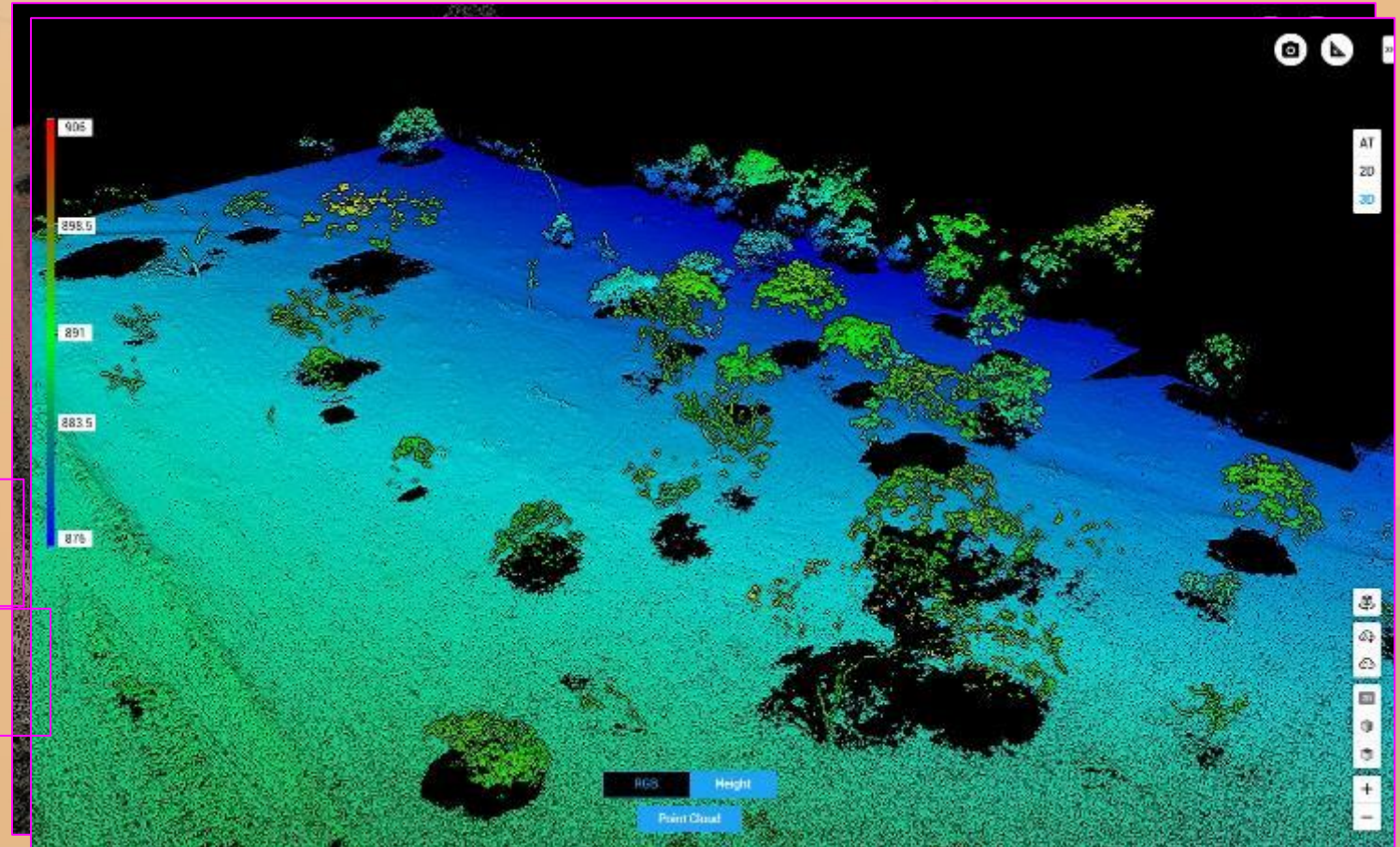
Mata – sem pontos no solo

Coleta de dados Matrice 300

Drone – Câmera P1

Detalhes da quantidade de pontos no solo abaixo da vegetação

- ✓ Sem pontos escuros – RGB
- ✓ Sem pontos escuros - Altura



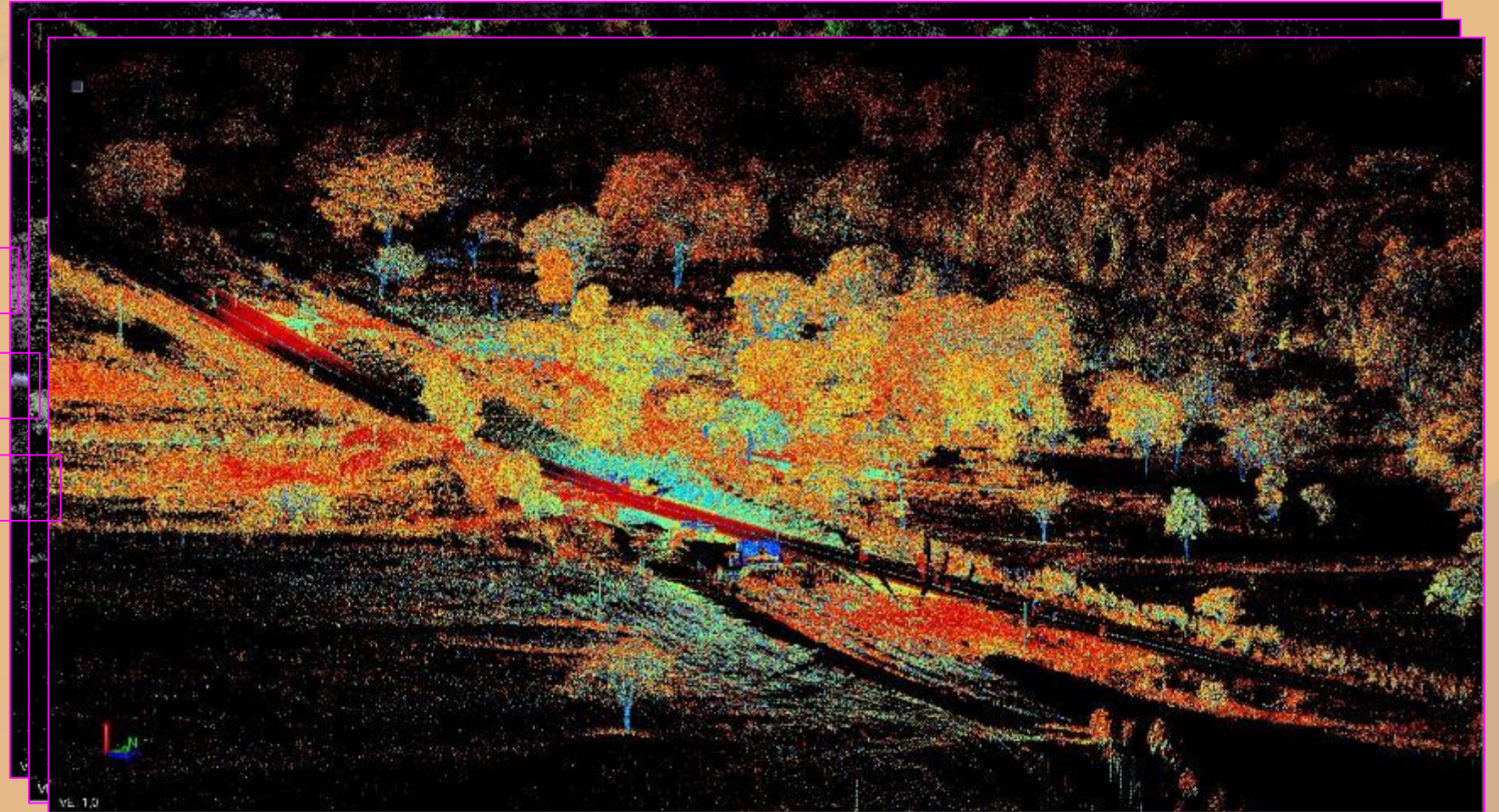
Operação em Campo Usando as Diferentes Tecnologias

Coleta de dados SX10

Cor Real

Cor da Varredura

Intensidade por cor

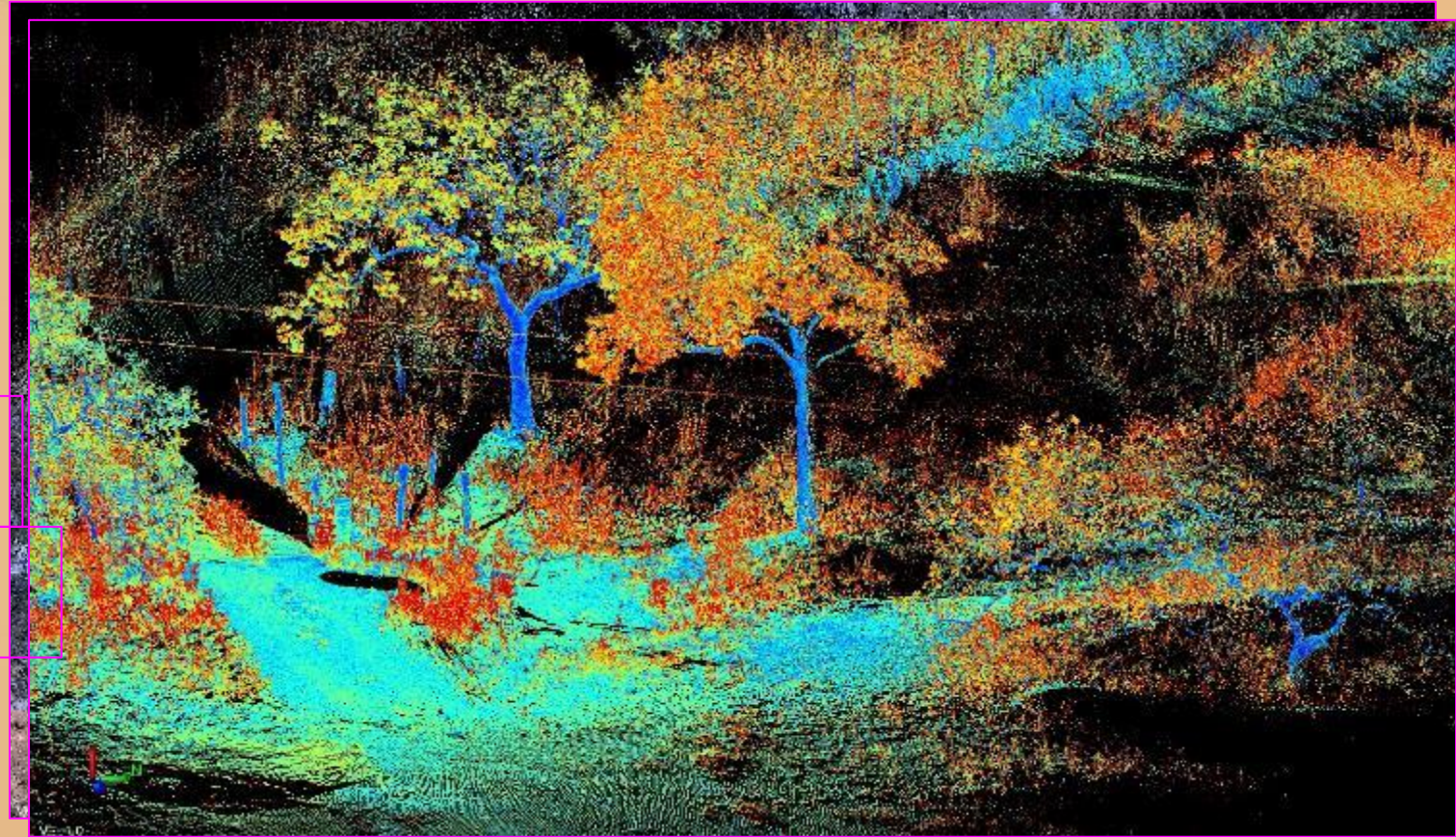


Operação em Campo Usando as Diferentes Tecnologias

Coleta de dados SX 10

Detalhes da quantidade de pontos no solo abaixo na posição da **vegetação alta**

- ✓ pontos escuros – sombra
Cor real
- ✓ Pontos escuros – sombra
Intensidade

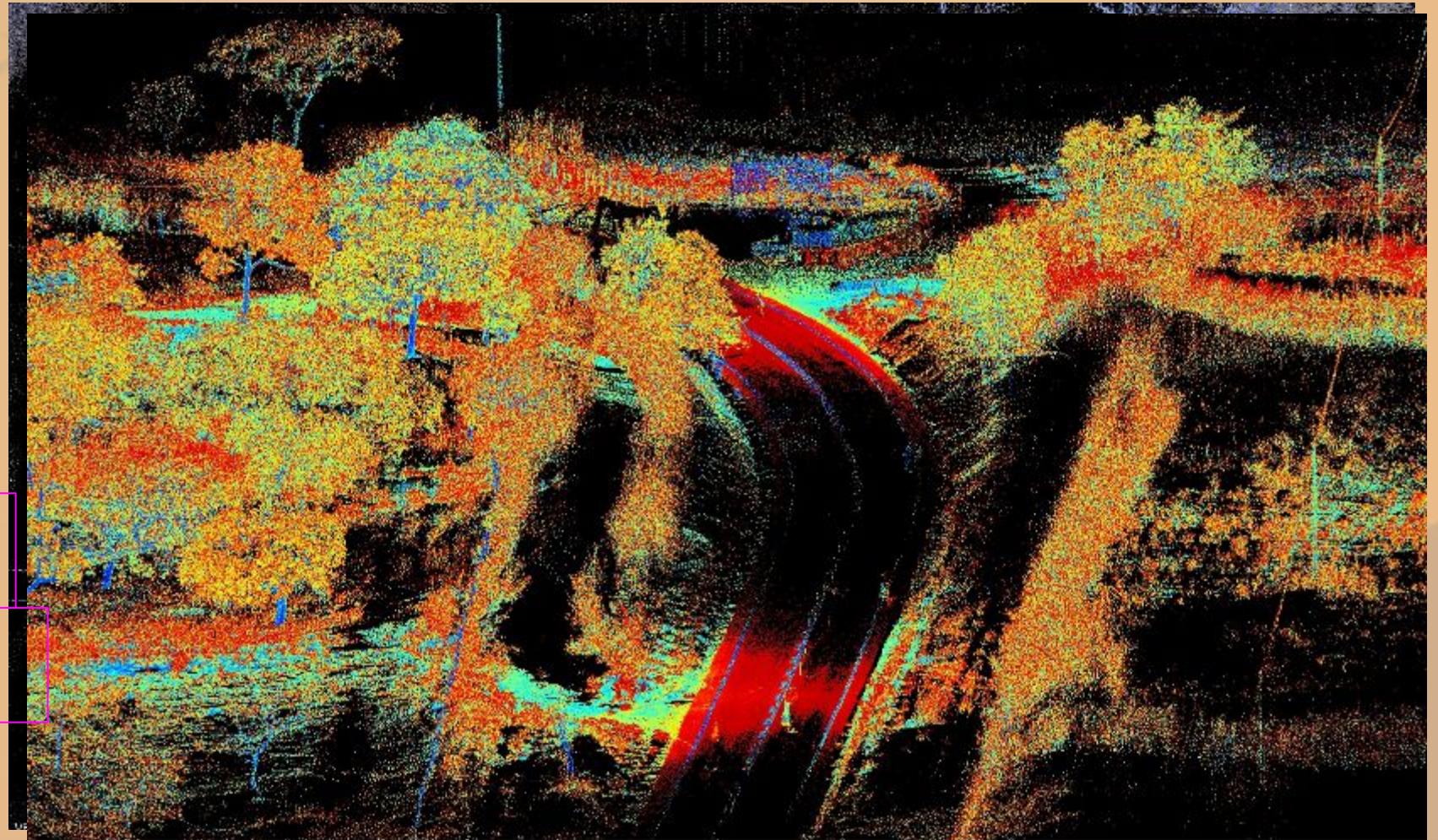


Operação em Campo Usando as Diferentes Tecnologias

Coleta de dados SX 10

Detalhes da quantidade de pontos no solo na posição da **vegetação baixa e obstáculos horizontais**

- ✓ Sem pontos – escuros
Cor real
- ✓ Sem pontos – escuros
Intensidade



Representações Gráficas das Diferentes Tecnologias

Área de teste: GO-010

Aplicação:

- SX10
- Mavic Pro
- Matrice 300
 - ✓ P1
 - ✓ L1

Superfícies geradas – Redução
Amostragem 30 cm

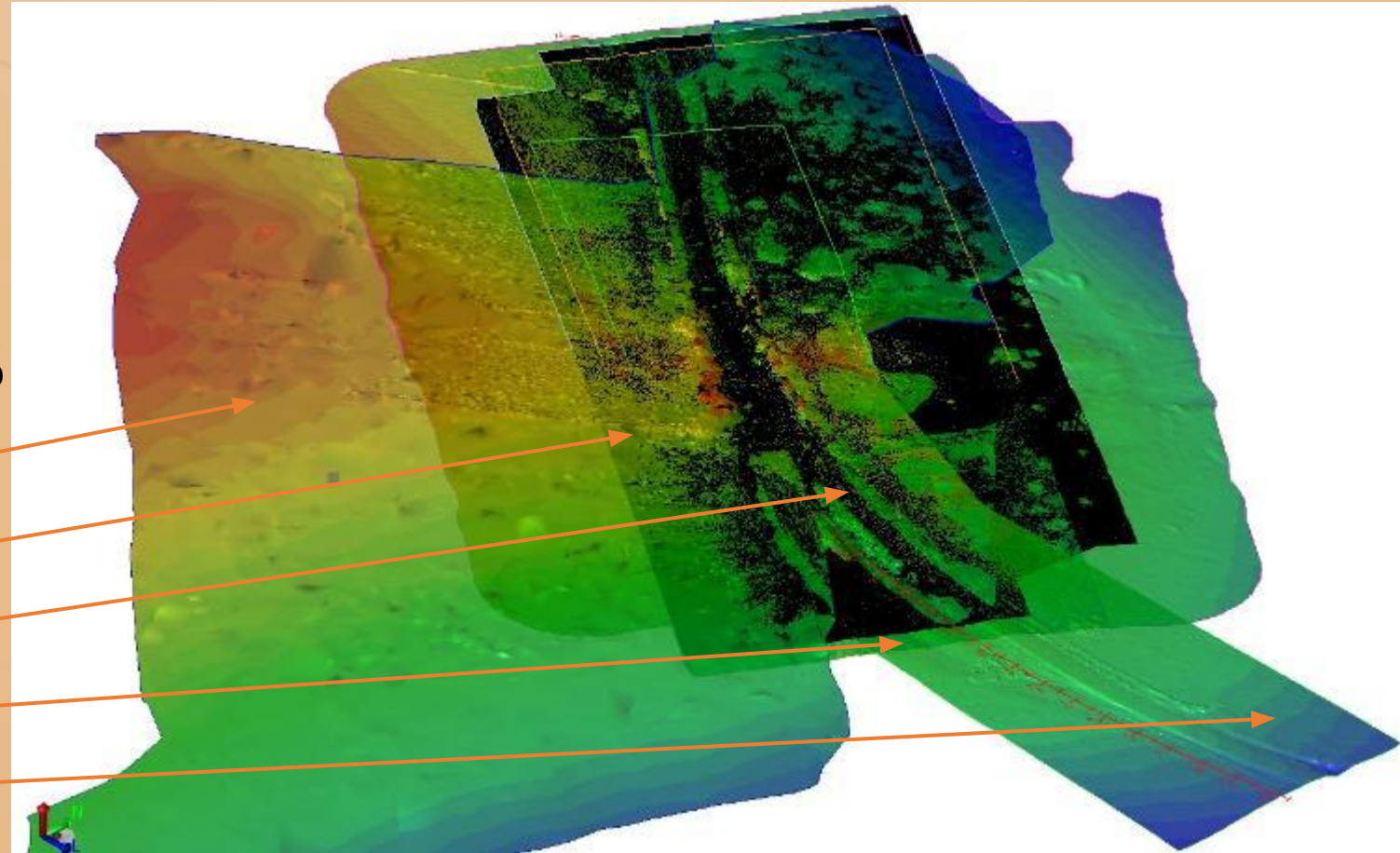
— SX10

— Matrice P1

— Matrice L1-Map

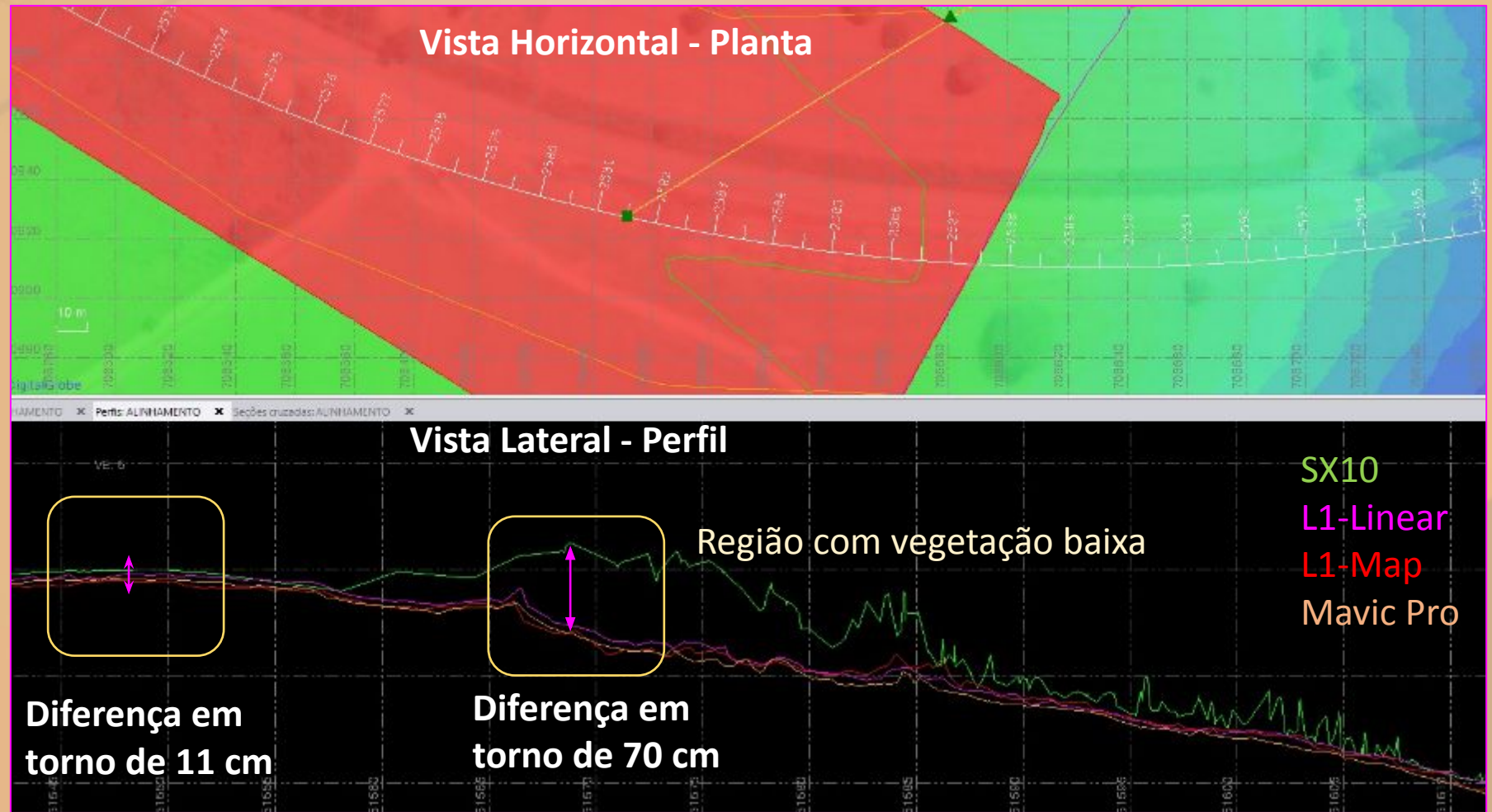
— MavicPro

— Matrice L1-Linear



Representações Gráficas das Diferentes Tecnologias

Resultados em Planta e Perfil



Avaliação das alturas

- **Eixo Longitudinal** da via projetada

Representações Gráficas das Diferentes Tecnologias

Avaliação das alturas

- **Seção Transversal**

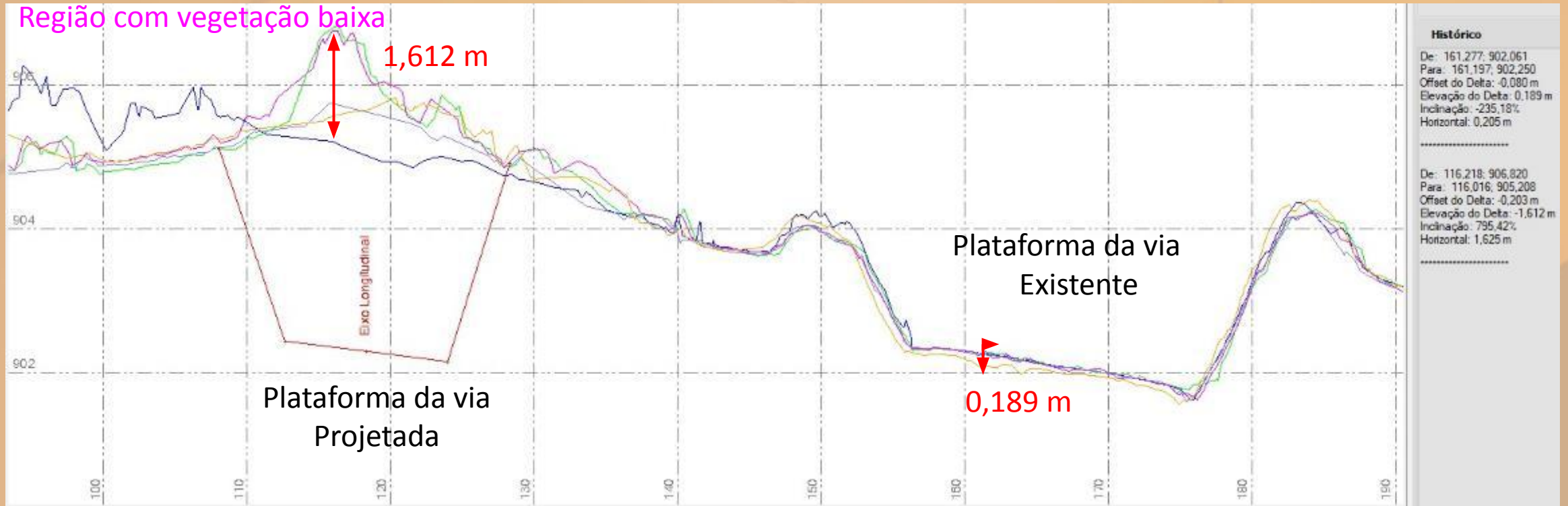
— SX10

— MavicPro

— Matrice L1-Map

— Matrice L1-Linear

— Matrice P1



Representações Gráficas das Diferentes Tecnologias

Discrepância nos resultados proveniente da aquisição de dados de cada equipamento:

SX10 - Visada próxima da horizontal

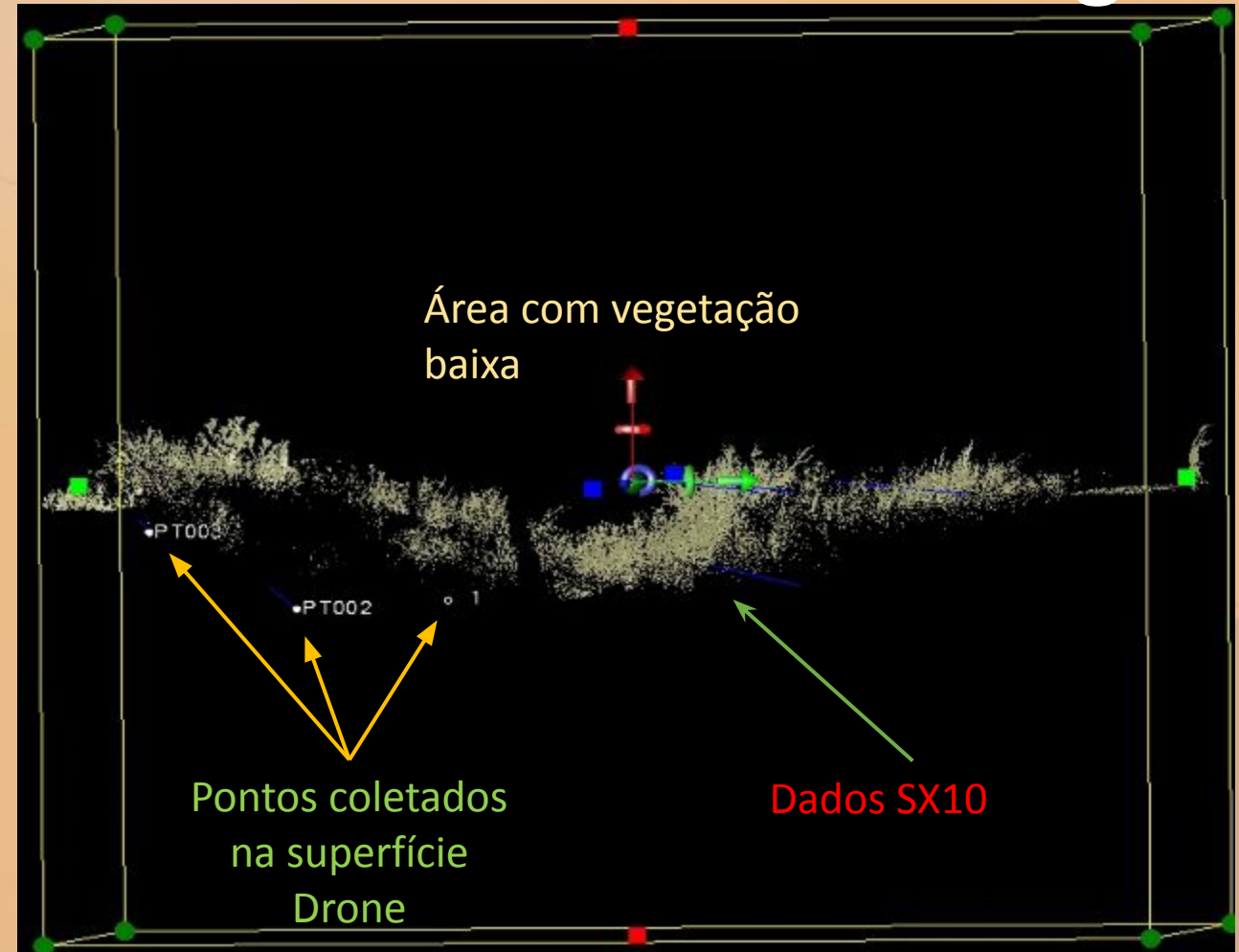
- Captura da vegetação baixa
- Sem captura do solo

☐ Sinal não penetrou na vegetação

Drone L1 – Visada próxima da vertical

- Captura da vegetação
- Captura do solo

☐ Sinal penetrou na vegetação



Avaliação dos erros das Diferentes Tecnologias

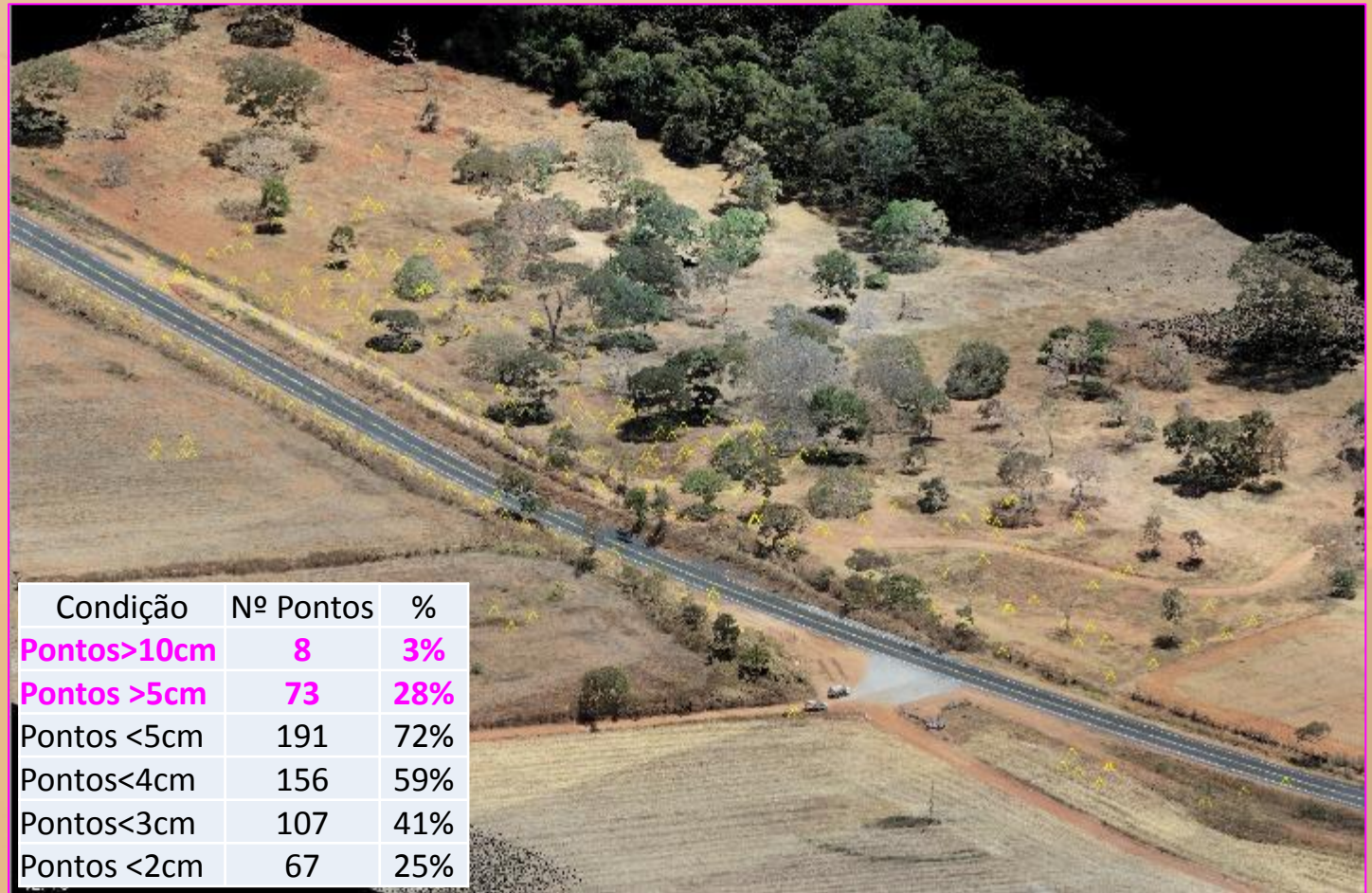
Avaliação da superfície

- Drone L1-Map

Pontos de verificação

- Levantados por GNSS R12

Nº de Pontos	264
Mediana	-0,019 m
Erro médio	-0,006 m
Erro maior +	0,214 m
Erro maior -	-0,292 m
Erro máx.	-0,292 m
Erro mín.	+0,000 m



Condição	Nº Pontos	%
Pontos >10cm	8	3%
Pontos >5cm	73	28%
Pontos <5cm	191	72%
Pontos <4cm	156	59%
Pontos <3cm	107	41%
Pontos <2cm	67	25%

Projetos e Superfície Levantada

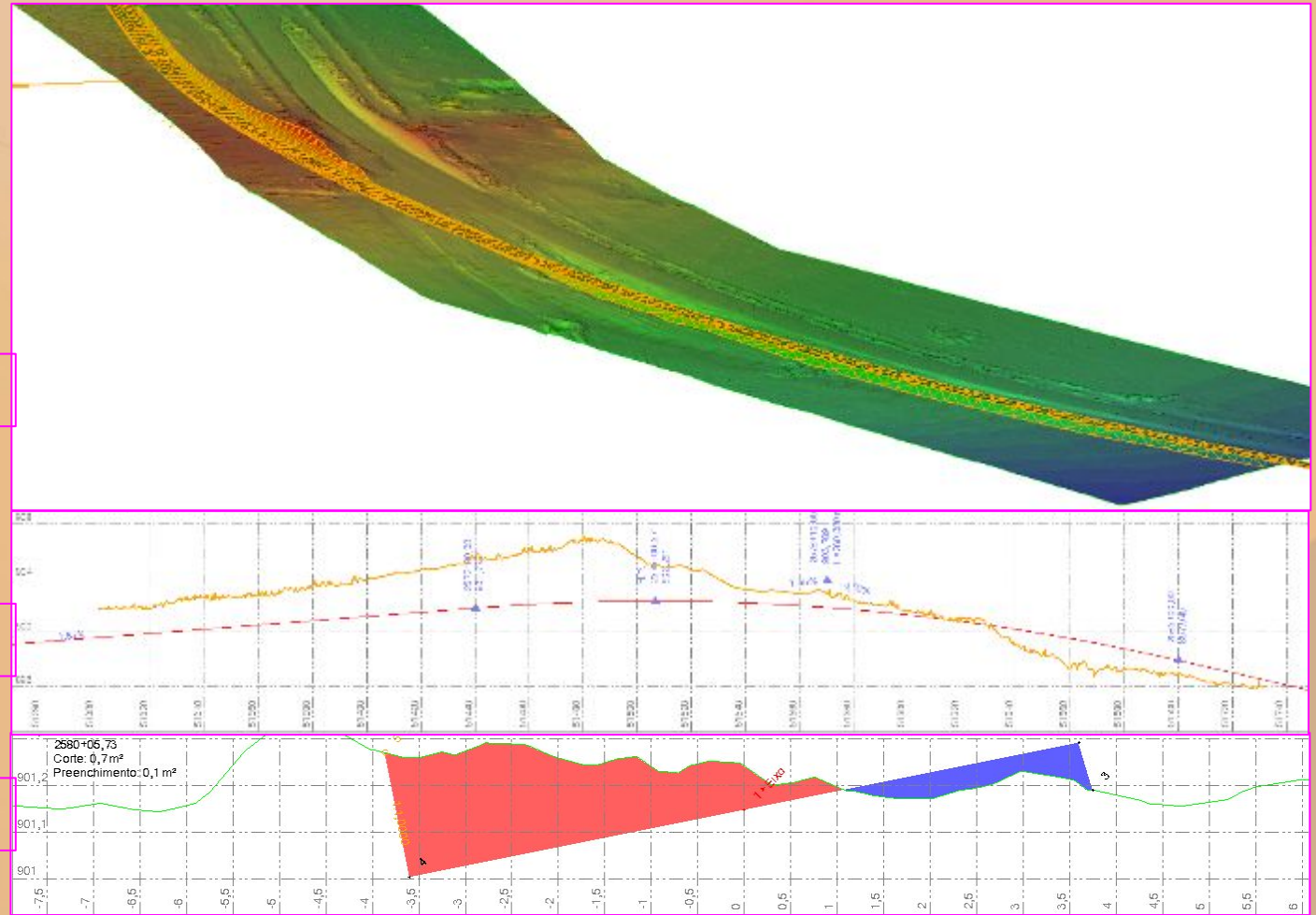
Superfícies levantada e projetada

- Determinação das áreas e volumes

Planta

Perfil Longitudinal

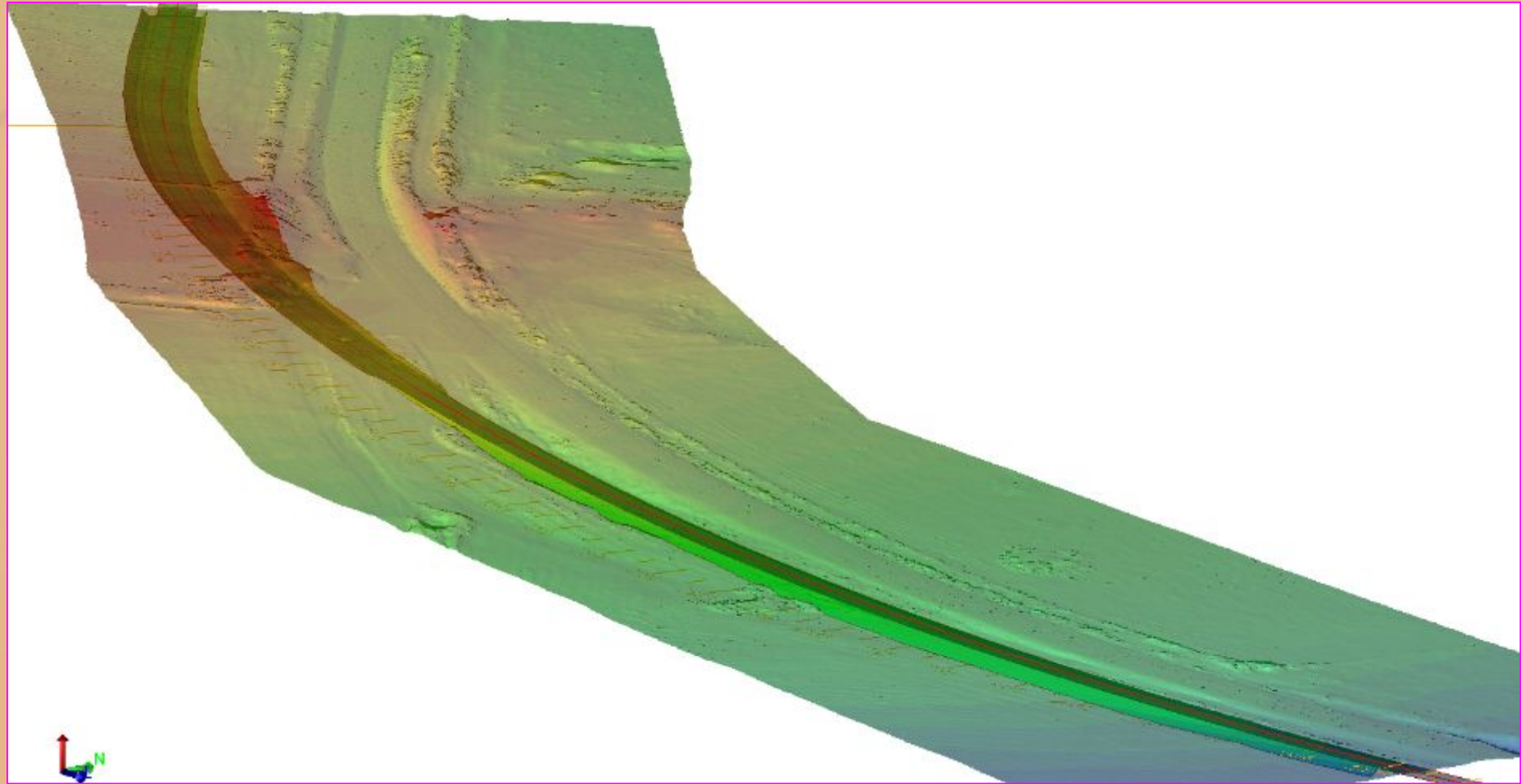
Perfil seção transversal



Projetos e Superfície Levantada

Superfície mesclada –
Levantada e projetada

- Interpretação
visual do resultado



Considerações Sobre o Uso das Tecnologias Disponíveis

Vantagens

- Alta produtividade
- Grande quantidade de dados
- Dados robustos
- Fácil interpretação visual
- Alta acurácia e precisão das observações de campo
- Possibilidade de acréscimo de análises não dimensionadas
- Equipe reduzida
- Ganho de tempo
- Relatórios ilustrados com facilidade de interpretação
- Custo/Benefício adequado



Considerações Sobre o Uso das Tecnologias disponíveis

Desvantagens

- Difícil manipulação da massa de dados
- Requisitos computacionais robustos
- Diferentes ferramentas para processamento
- Compatibilidade dos formatos de dados nos softwares
- Equipe capacitada tecnicamente
- Treinamento constante
- Atualizações dependentes da marca adquirida
- Dificuldade na mudança em relação as tecnologias adquiridas
- Mudanças tecnológicas em curtos espaços de tempo
- Custos elevados
- Erros de difícil detecção



Uso das Tecnologias Disponíveis

Aplicações em auditorias e inspeções

Até o momento:

- Apenas uso da SX10 para levantamento topográfico
- Mavic Pro registro fotográfico e testes aerofotogramétricos
- Matrice 300 em treinamento e validação da metodologia a ser aplicada nos levantamentos

Realizações em obras nas áreas da:

- Construção Civil
- Terraplenagem
- Rodoviária

Uso das Tecnologias Disponíveis

Aplicações em inspeções e auditorias

- ▣ AEROPORTO DE CARGAS DE ANÁPOLIS:
 - Suporte em Auditoria
 - Arquivo de locação/implantação da obra
 - Georreferenciado

Uso das Tecnologias Disponíveis

Aplicações em inspeções e auditorias

Aeroporto de cargas –
Anápolis - Go

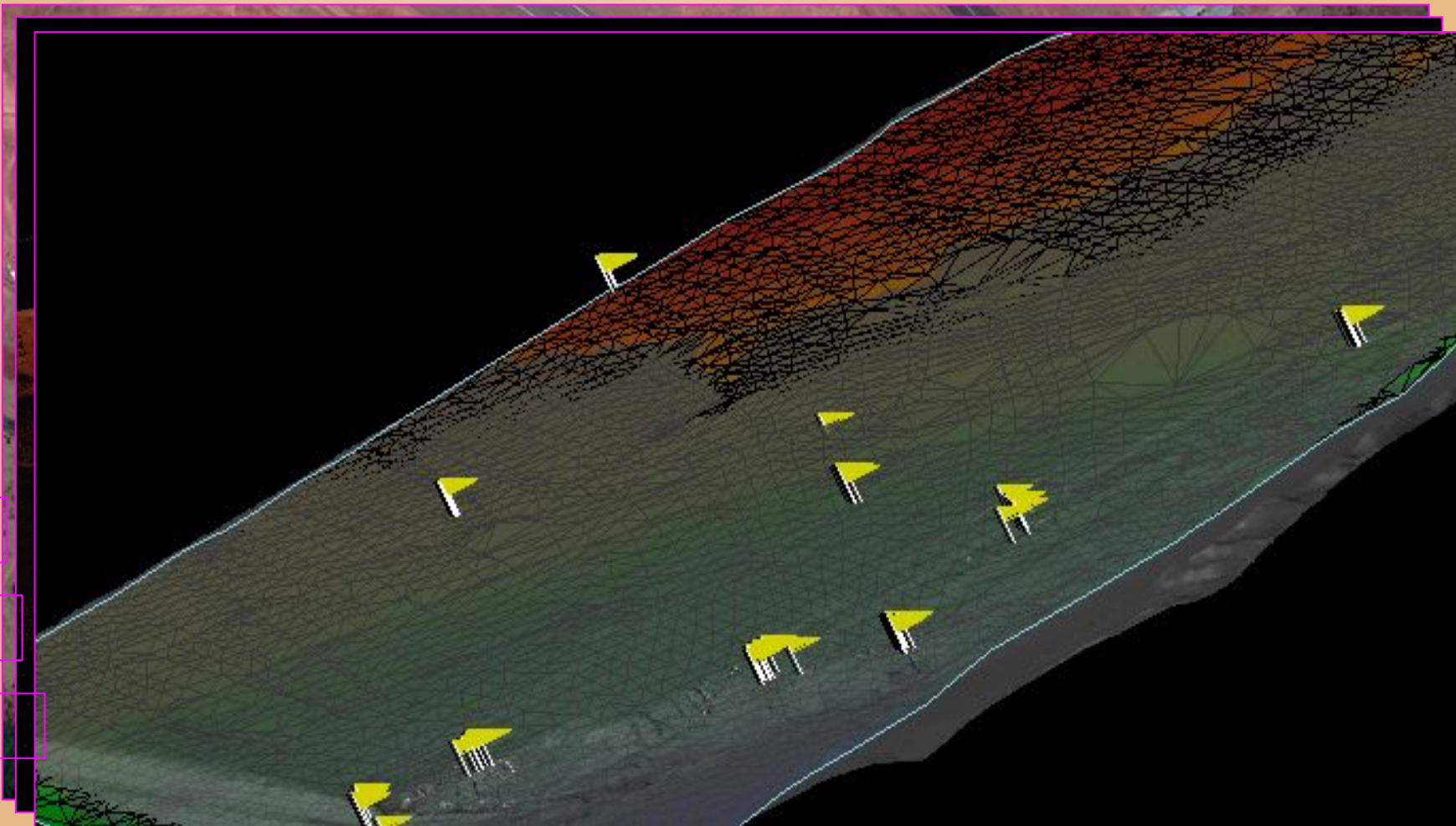
Avaliação dos volumes executados

- Aproximadamente
1.700.000 m³

Pontos de estacionada

Nuvem de pontos

Modelos de Superfície



Uso das Tecnologias Disponíveis

Aplicações em inspeções e auditorias

- CENTRO DE CONVENÇÕES DE ANÁPOLIS:
 - Suporte em Auditoria
 - Arquivo de locação/implantação da obra
 - Levantamento interno e da implantação
 - Georreferenciado
 - Achados (fase contraditório):
 - Distorção volumétrica de 30%
 - Verificação das dimensões de perfis e tubulações

Uso das Tecnologias Disponíveis

Aplicações em inspeções e auditorias

Vista 3D

Nuvem de pontos

Nuvem de pontos auditório

Vista interna auditório

Medição largura de pilar

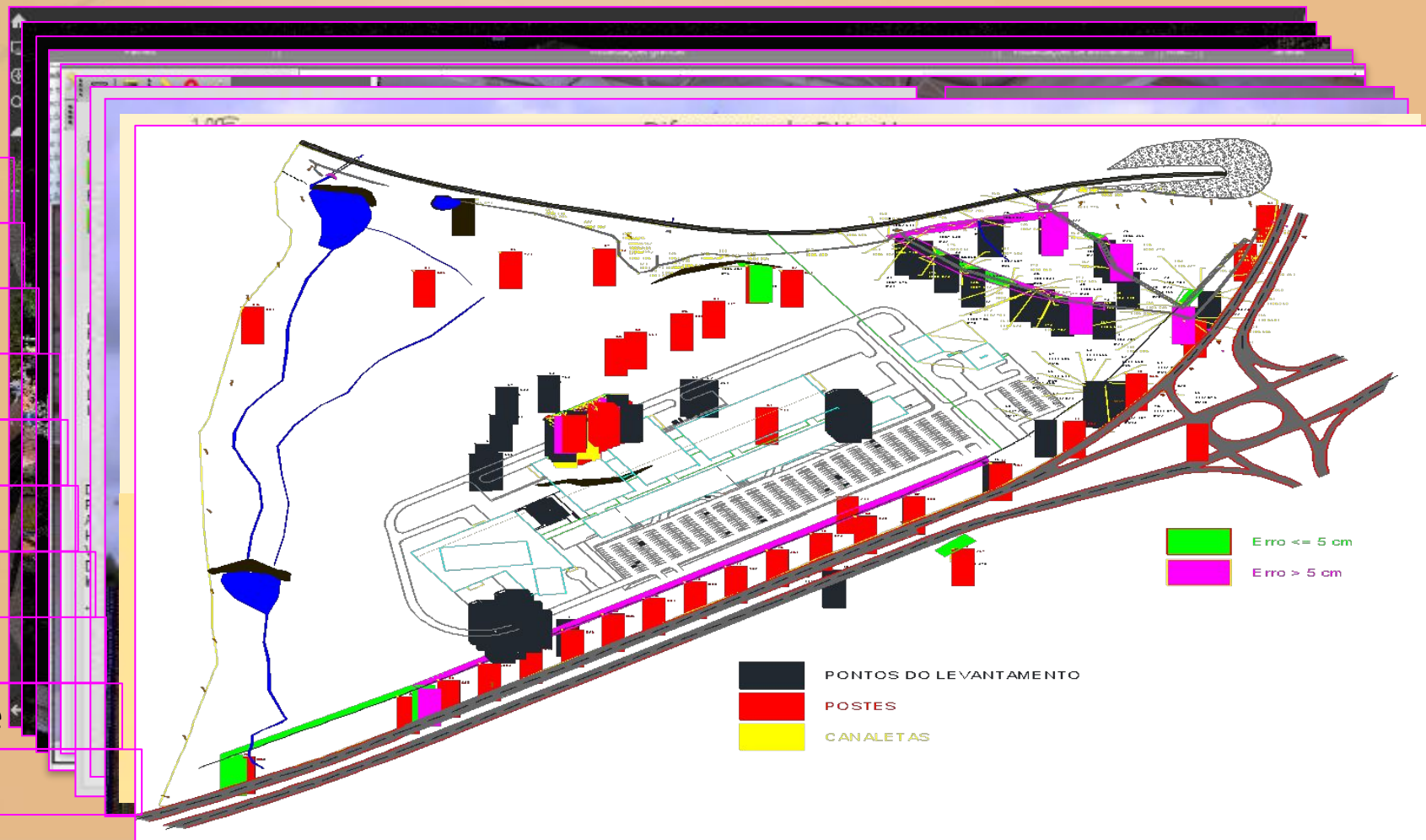
Medição altura de pilar

Medição de treliça

Medição de peça externa

Erros nos pontos de controle

Planta com os erros



Uso das Tecnologias Disponíveis

Aplicações em inspeções e auditorias

- **NOVA SEDE ALEGO**
 - Inspeção antes da retomada e final de obra
 - Atuação preventiva
 - Colaboração
 - Resultados:
 - As built da estrutura executada antes da retomada das obras
 - Levantamento de elementos de fachada diversos e complexos
 - Verificação de pavimento rígido em concreto

Uso das Tecnologias Disponíveis

Levantamento
Sede ALEGO

Aplicações em
inspeções e
auditorias

Vista Inicial 3D

Vista Inicial Escâner

Modelagem Inicial 3D

Modelagem Inicial Planta

Vista as built Total 3D

Vista as built Parcial 3D

Modelagem as built -planta

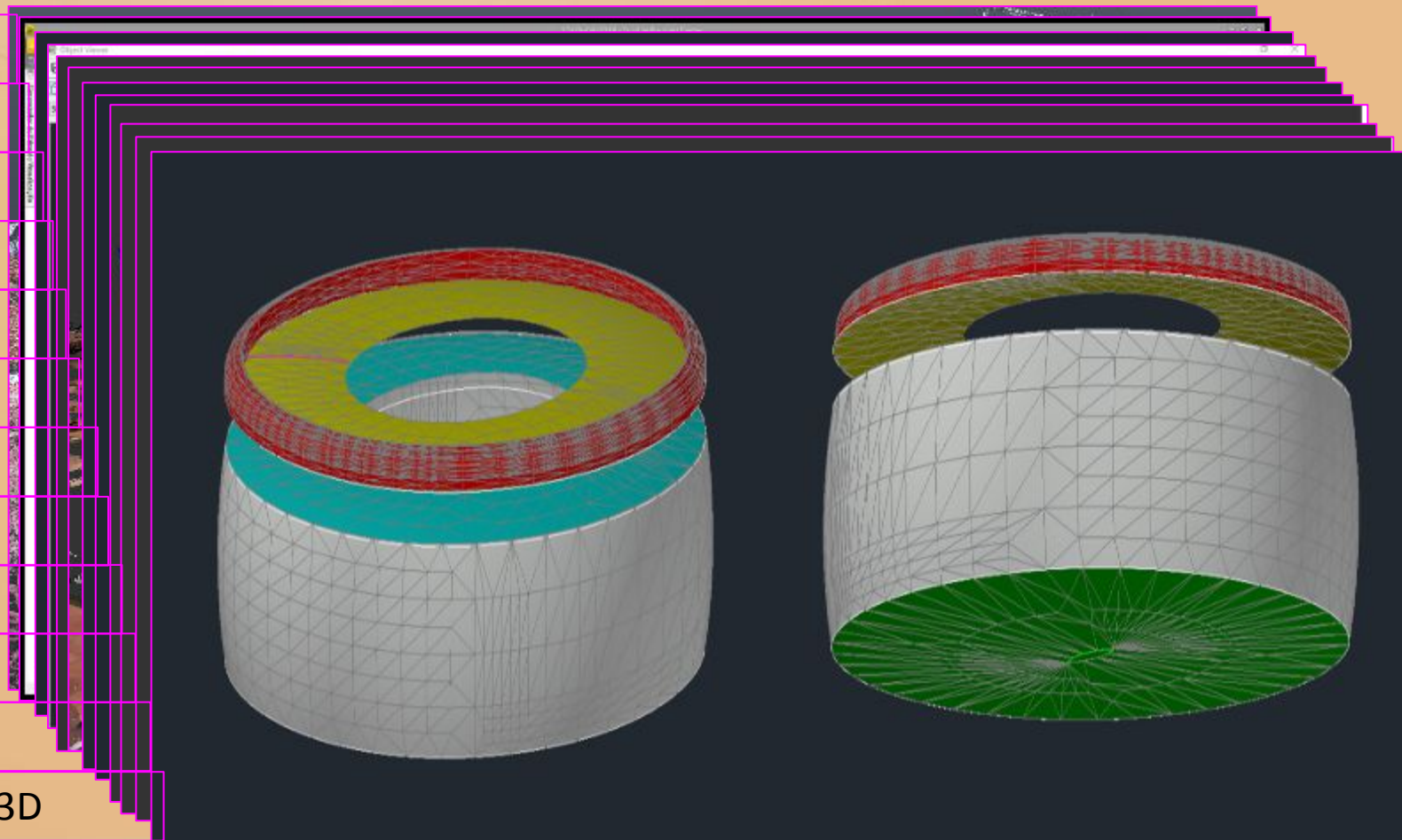
Modelagem as built 3D

Vista Lateral as built 3D

Vista as built detalhe 3D

Vista Central as built 3D

Modelagem Central as built 3D



Uso das Tecnologias Disponíveis

Aplicações em inspeções e auditorias

- ▣ GO-474
 - Inspeção durante período de paralisação das obras (terraplenagem parcialmente executada)
 - Resultados:
 - Distorção nos volumes de aterros (amostra) de 30%
 - Terreno alisado no projeto e as built
 - Falhas no cadastro da rede de controle

Uso das Tecnologias Disponíveis

Aplicações em inspeções
e auditorias

Levantamento GO-474

Vista da SX10 3D

Modelagem - planta

Modelagem 3D

Seção transversal



Uso das Tecnologias Disponíveis

Aplicações em inspeções e auditorias

- ▣ **RODOVIA GO-347:**
 - Inspeção em obra paralisada (perdas)
 - Suspeita de alteração do greide
 - Comparação entre projeto e dados de campo
 - Georreferenciado
 - Levantamento com drone* (comparar modelos)

Uso das Tecnologias Disponíveis

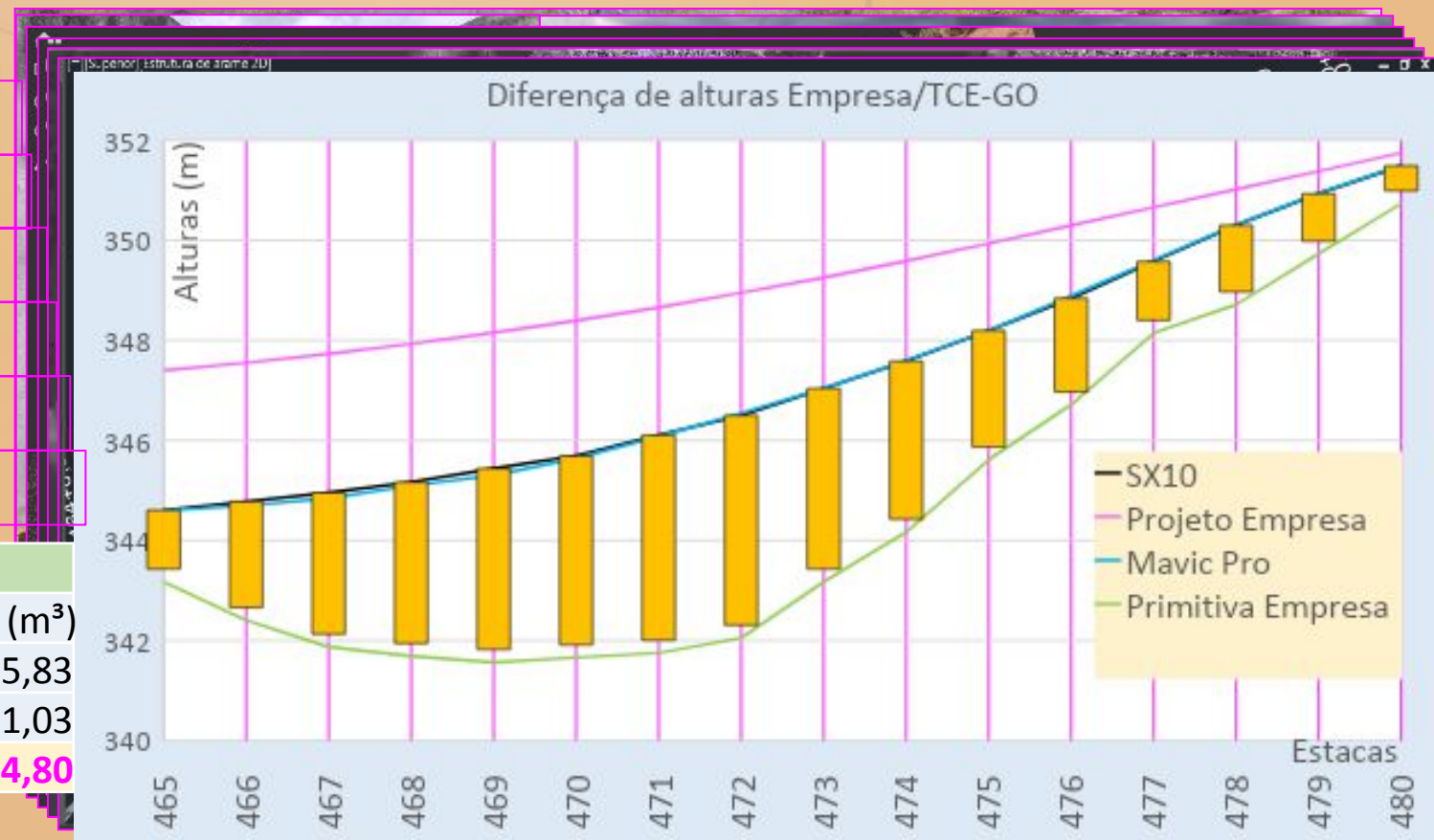
Aplicações em inspeções e auditorias

GO-347: Modelagem
(Análise da superfície)

- Instalada SX10
- Nuvem de pontos 3D
- Nuvem de pontos 3D
- Nuvem de pontos 3D
- Modelagem - planta
- Perfil e volumes

Estacas	Volumes	
464-481	Corte (m ³)	Aterro (m ³)
Empresa	317,70	20.995,83
TCE-GO	114,89	13.341,03
Diferença	202,81	7.654,80

Distância de 340 m



Uso das Tecnologias Disponíveis

Aplicações em inspeções e auditorias

- ▣ **RODOVIA GO-010:**
 - Inspeção em obra paralisada (perdas)
 - Suspeita de alteração do greide
 - Comparação entre projeto e dados de campo
 - Georreferenciado
 - Levantamento com drone* (comparar modelos)

Uso das Tecnologias Disponíveis

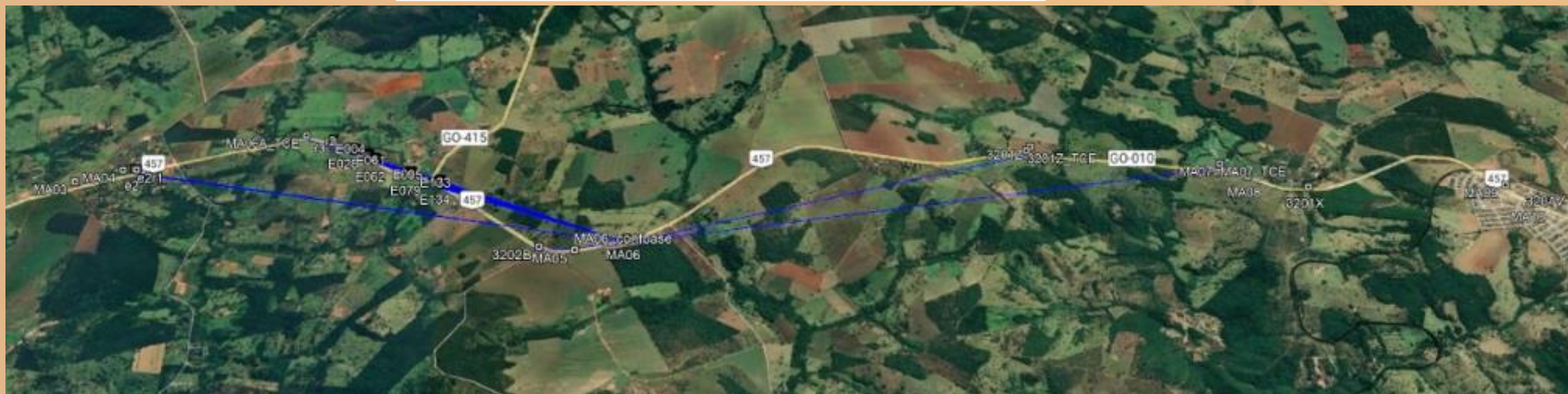
Aplicações em inspeções e auditorias

Levantamento GO-010:

Qualificação do
Levantamento TCE-GO

Análise dos resultados dos pontos de controle:

Alinhamento	ΔE (m)	ΔN (m)	Alinhamento	DN (m)
RN 3020B-3201V (TCE-GO)	10.257,306	474,688	RN 3020B-3201Z (TCE-GO)	-45,069
RN 3020B-3201V (IBGE)	10.257,339	474,668	RN 3020B-3201Z (IBGE)	-45,023
Erro	0,033	-0,020	Erro	0,046
Erro Absoluto	0,039		Distância de transporte	5.209,421
Distância de transporte	10.268,316		Erro (mm/km)	8,8
Erro (mm/km)	3,8			



Uso das Tecnologias Disponíveis

Aplicações em inspeções e auditorias

GO-010: Modelagem
(Análise da superfície)

Planta - eixo

Modelagem – Empresa Lev

Modelagem – Empresa Interp

TCE/Empresa

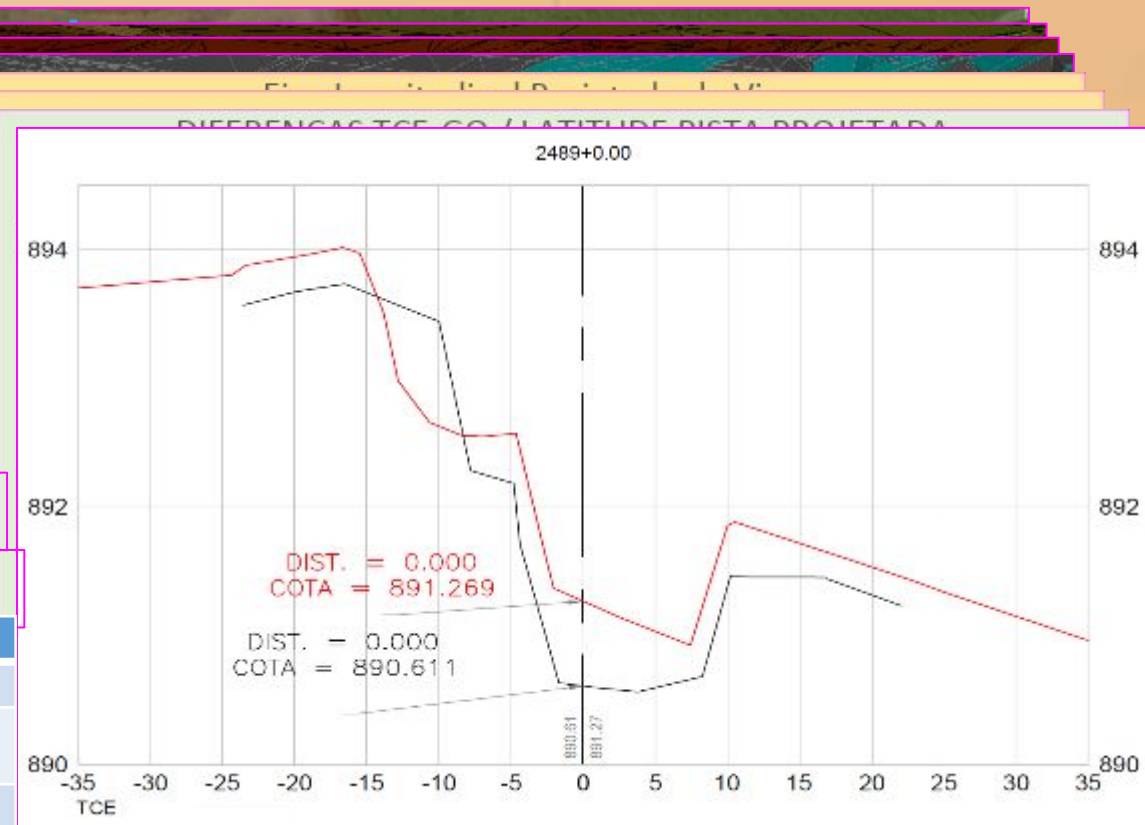
Perfil –TCE-GO/Empresa

Perfil –TCE-GO/Empresa

Erros das alturas

Seção e volumes

Executor	Area (m ²)	Corte (m ³)	Aterro (m ³)
Empresa (Lev/ Interp)	104.795,60	1.781,82	2.844,81
TCE-GO / Empresa Lev	48.860,44	5.961,21	2.522,34
TCE-GO / Empresa Interp	48.860,44	5.409,58	2.763,44



Uso das Tecnologias Disponíveis

Aplicações em inspeções e auditorias

- **RODOVIA GO-330:**
 - Inspeção em fase de início das obras
 - Verificação da confiabilidade dos projetos
 - Resultados:
 - Falhas no cadastro dos pontos de controle
 - Erros acima dos limites de norma
 - Má caracterização da superfície
 - Risco de erros na volumetria

Uso das Tecnologias Disponíveis

Aplicações em inspeções e auditorias

**DUPLICAÇÃO
DA GO-330**

Vista 3D

Vista 3D - Seção

Eixo Bordo TCE/Empresa

Eixo Pista TCE/Empresa



Uso das Tecnologias Disponíveis

Aplicações em inspeções e auditorias

▣ RODOVIA GO-180:

- Inspeção em fase de início das obras
- Verificação da confiabilidade dos projetos
- Resultados:
 - Falhas no cadastro dos pontos de controle
 - Erros acima dos limites de norma
 - Má caracterização da superfície
 - Risco de erros na volumetria

Uso das Tecnologias Disponíveis

Aplicações em inspeções e auditorias

PRECISAO									
Name	dN (m)	dE (m)	dZ (m)	North RMS(m)	East RMS(m)	Vert RMS (m)	CorrXY	CorrXZ	CorrYZ
BASE M07-IBGE-GOJA	25097,867	-8500,762	23899,448	0,005	0,013	0,015	-0,0834	0,0266	0,5203
BASE M07-M0	12537,597	7500,579	11902,146	0,005	0,004	0,012	-0,7058	-0,4738	0,6489
BASE M07-M15	-15875,564	-2940,453	-15063,629	0,008	0,017	0,020	-0,1353	0,0374	0,3439
IBGE-GOJA-M0	-12560,265	16001,309	-11997,295	0,005	0,006	0,015	-0,7008	-0,4820	0,6363
IBGE-GOJA-M15	-40973,390	5560,032	-38963,079	0,017	0,041	0,050	-0,0937	0,0289	0,4499

Poligonal 1					
Est	Van	Dx (m)	Dy (m)	Dz (m)	Vetor (m)
Base M07	IBGE-GOJA	25.097,867	-8.500,762	23.899,448	35.684,023
IBGE-GOJA	M0	-12.560,265	16.001,309	-11.997,295	23.616,461
Base M07	M0	-12.537,597	-7.500,579	-11.902,146	18.844,392
Erro=		0,005	-0,032	0,007	0,033

Poligonal 2					
Est	Van	Dx (m)	Dy (m)	Dz (m)	Vetor (m)
Base M07	IBGE-GOJA	25.097,867	-8.500,762	23.899,448	35.684,023
IBGE-GOJA	M15	-40.973,390	5.560,032	-38.963,079	56.814,207
Base M07	M15	15.875,564	2.940,453	15.063,629	22.081,502
Erro=		0,041	-0,277	-0,002	0,280

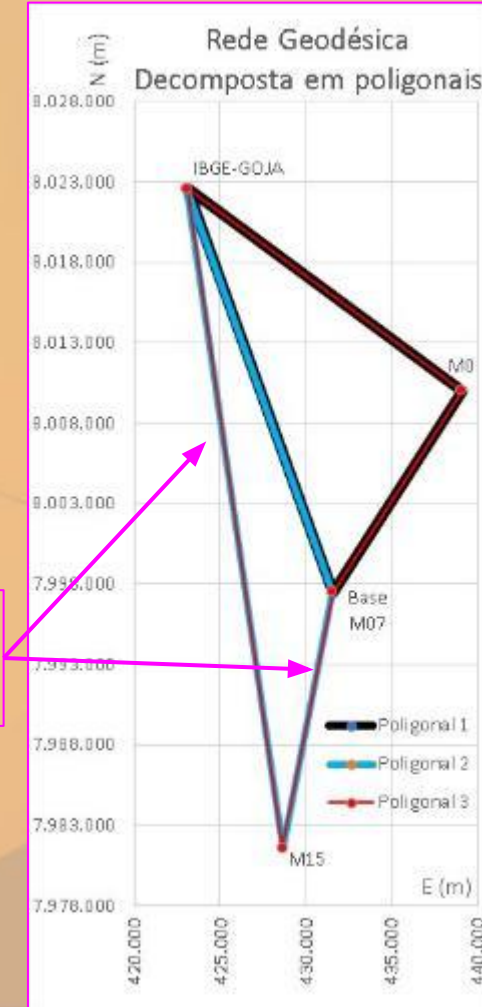
Poligonal 3					
Est	Van	Dx (m)	Dy (m)	Dz (m)	Vetor (m)
IBGE-GOJA	M15	-40.973,390	5.560,032	-38.963,079	56.814,207
Base M07	M15	15.875,564	2.940,453	15.063,629	22.081,502
Base M07	M0	12.537,597	7.500,579	11.902,146	18.844,392
IBGE-GOJA	M0	12.560,265	-16.001,309	11.997,295	23.616,461
Erro=		0,036	-0,245	-0,009	0,248

Dados da empresa

Resultado apresentado pela Empresa

Vetores com problemas

Resultado da análise TCE-GO usando nos dados da Empresa



GO-180

Análise dos resultados dos pontos de controle implantados pela empresa:

Uso das Tecnologias Disponíveis

Aplicações em inspeções e auditorias

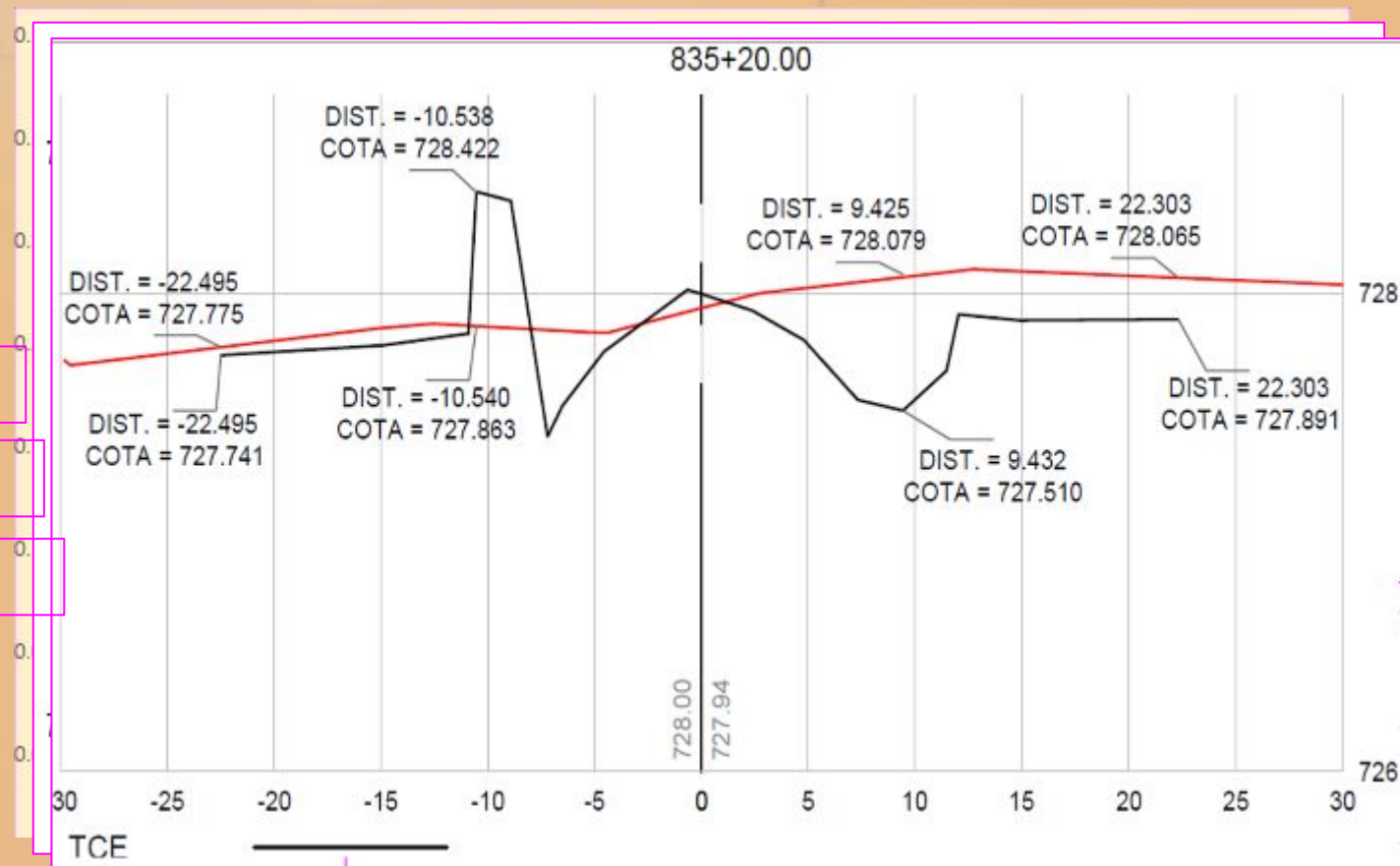
GO-180

Análise da nuvem de pontos levantada pela empresa:

Dif. Eixo TCE-Go/Empresa

Seção – TCE-GO/Empresa

Seção – TCE-GO/Empresa



Uso das Tecnologias Disponíveis

Aplicações em inspeções
e auditorias

- **RODOVIA GO-110:**
 - Inspeção em fase de início das obras
 - Verificação da confiabilidade dos projetos
 - Resultados:
 - Falhas no cadastro dos pontos de controle
 - Erros acima dos limites de norma
 - Má caracterização da superfície
 - Risco de erros na volumetria

Uso das Tecnologias Disponíveis

Aplicações em inspeções e auditorias

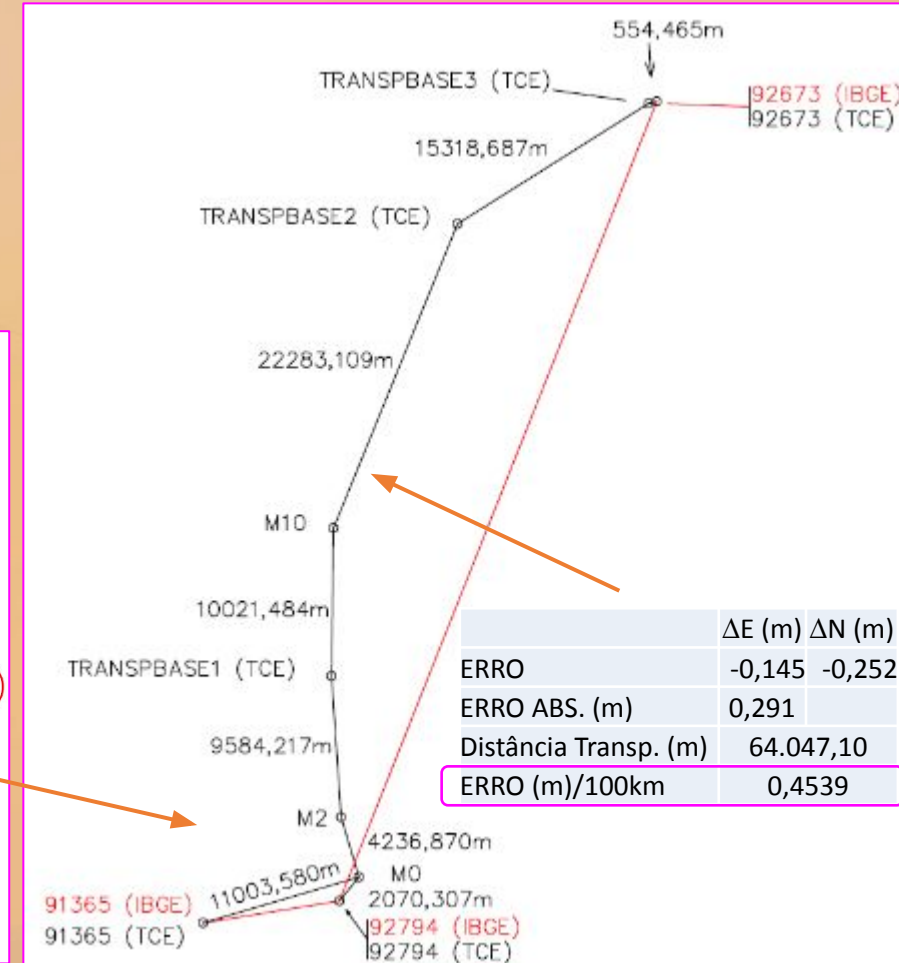
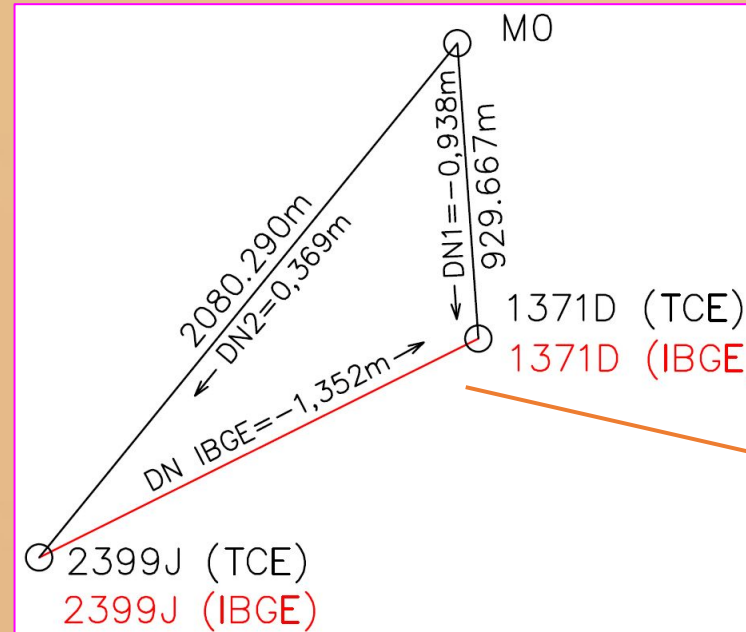
GO-110

Qualificação do Levantamento TCE-GO

Análise dos resultados dos pontos de controle:

Alinhamento	DN (m)
DN1 TCE (M0 - 1371D)	-0,938
DN2 TCE (M0 - 2399J)	0,369
DN IBGE (2399J - 1371D)	-1,352
ERRO	-0,045
Distância Transp.	3.009,957
ERRO (mm)/km	-14,95

Alinhamento	ΔE (m)	ΔN (m)
92794 - M0 (TCE)	-1.308,682	-1.604,212
91365 - M0 (TCE)	-10.555,148	-3.109,140
91365 - 92794	-9.246,499	-1.504,923
ERRO	-0,033	0,005
ERRO ABS. (m)		
Distância Transp. (m)	13.073,887	
ERRO (m)/100 km		



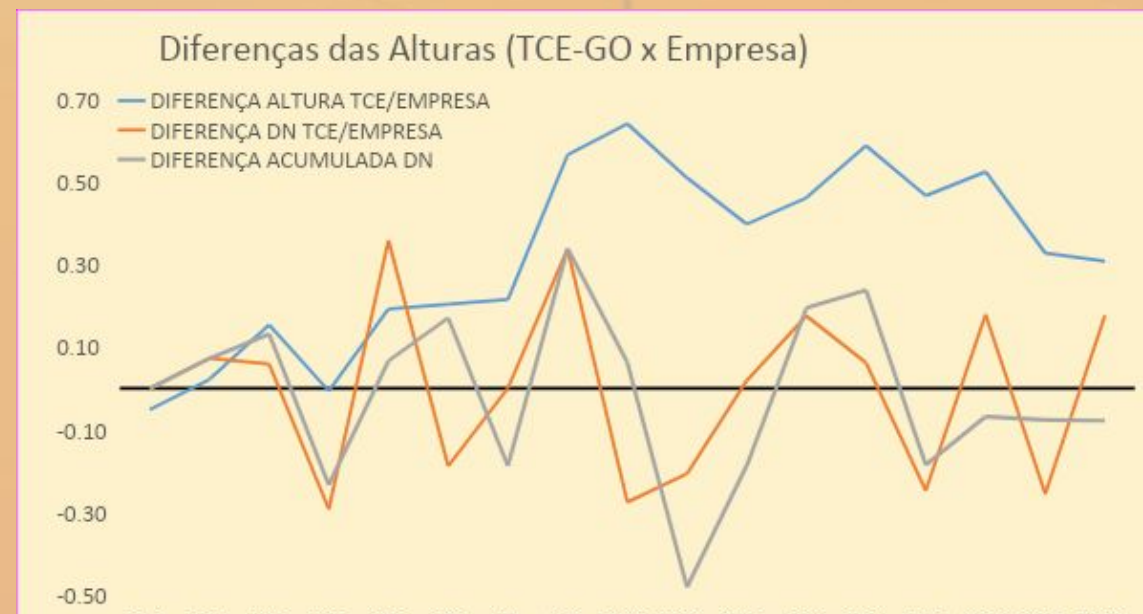
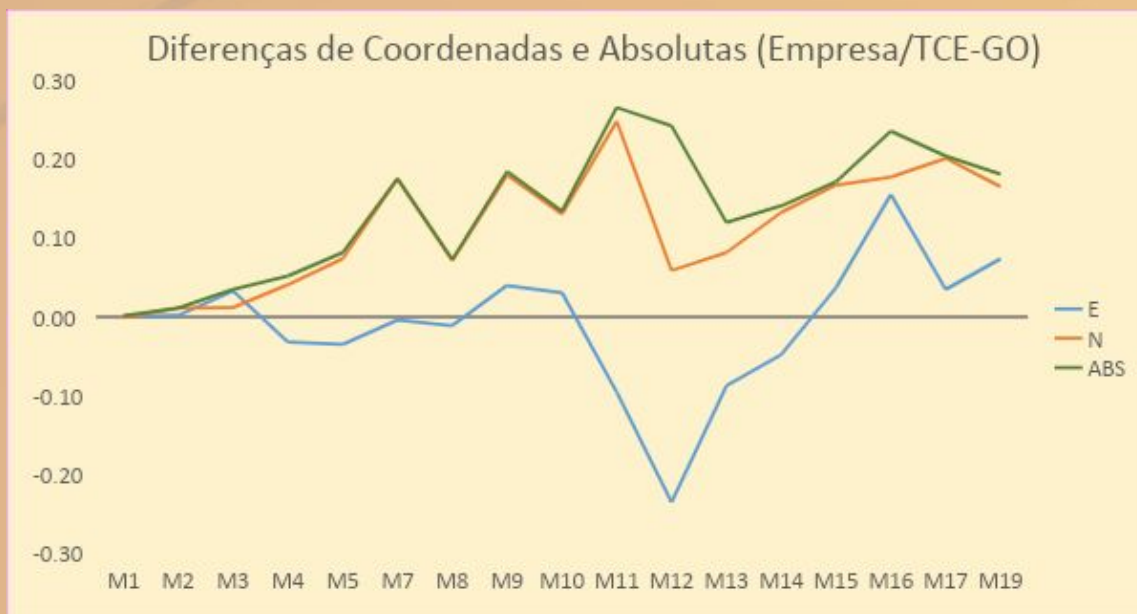
	ΔE (m)	ΔN (m)
ERRO	-0,145	-0,252
ERRO ABS. (m)	0,291	
Distância Transp. (m)	64.047,10	
ERRO (m)/100km	0,4539	

Uso das Tecnologias Disponíveis

Aplicações em inspeções e auditorias

GO-110

Análise dos resultados dos pontos de controle implantados pela empresa:



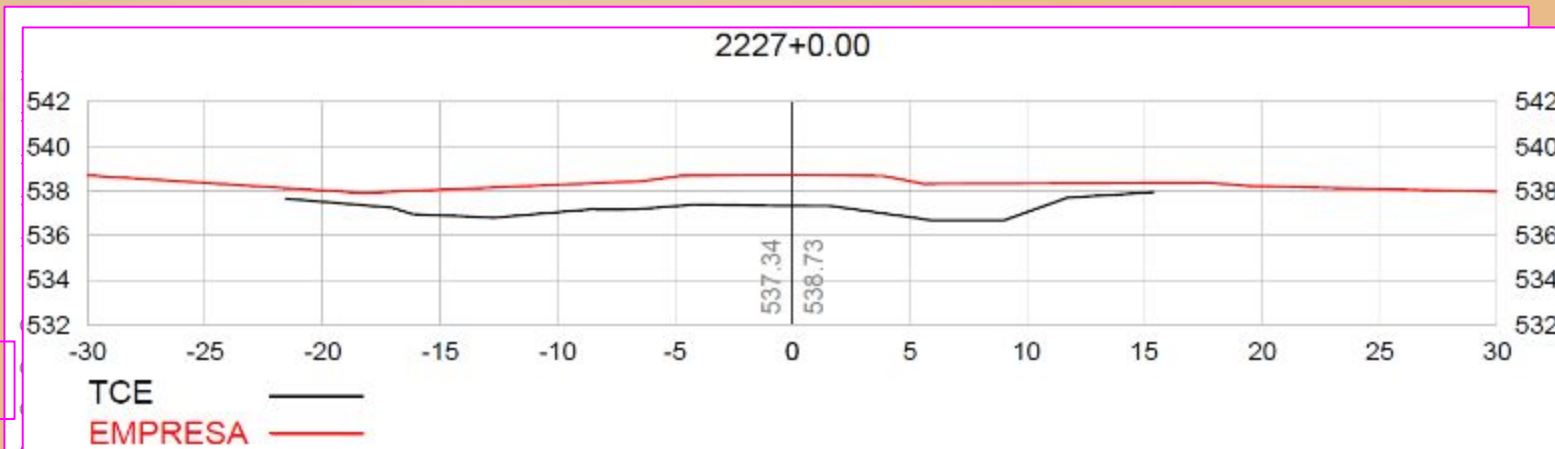
Uso das Tecnologias Disponíveis

Aplicações em inspeções e auditorias

GO-110

Eixo Dif. TCE/Empresa

Seção TCE/Empresa (Vol)



Estaca	Área de Aterro m ²		Volume de Aterro m ³		Trecho	Estacas	Média	Maior	Menor	Amplitude
	TCE	Empresa	TCE	Empresa						
2835	24,11	2,54	0	0	01	1465 a 1487	0,104	0,263	-0,010	0,273
2836	24,45	2,95	485,60	54,90	02	1563 a 1593	0,186	0,317	-0,036	0,353
2837	24,45	3,18	489,00	61,30	03	1937 a 1957	0,122	0,241	-0,178	0,419
					04	2817 a 2845	-0,964	-0,861	-1,072	0,211
					05	2942 a 2964	-0,506	-0,149	-1,219	1,070
					06	2985 a 3004	-1,022	-0,903	-1,104	0,201

Uso das Tecnologias Disponíveis

Aplicações em inspeções e auditorias

▣ RODOVIA GO-336:

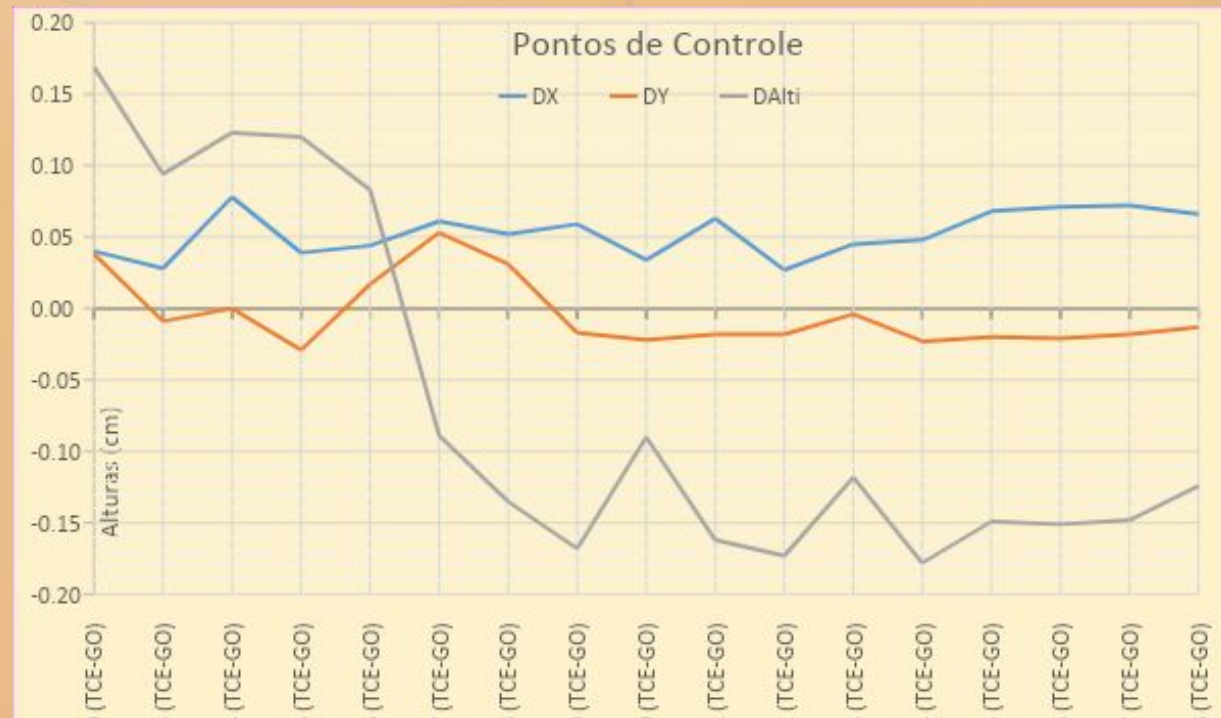
- Inspeção em fase de início das obras
- Verificação da confiabilidade dos projetos
- Resultados:
 - Falhas no cadastro dos pontos de controle
 - Erros acima dos limites de norma
 - Má caracterização da superfície
 - Risco de erros na volumetria)
 - Projeto desatualizado (pontes executadas cotas diferentes do projeto)

Uso das Tecnologias Disponíveis

Aplicações em inspeções e auditorias

GO-336

Análise dos resultados dos pontos de controle:



Uso das Tecnologias Disponíveis

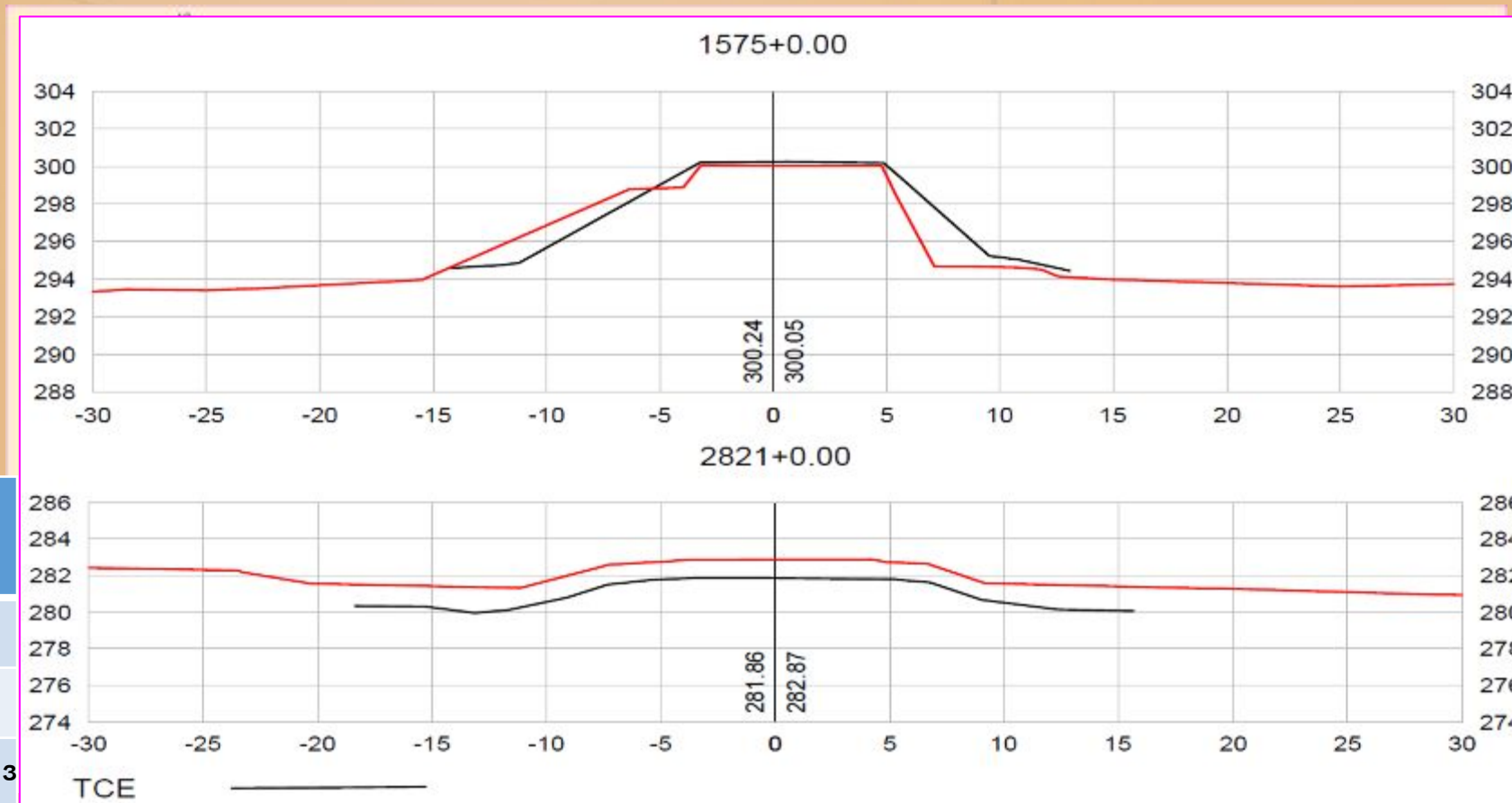
Aplicações em inspeções e auditorias

GO-336

Análise da nuvem de pontos levantada pela empresa:

- Erros de altura
 - Eixo
 - Seção
- Diferença nos volumes

Estaca 2816 a Estaca 2846 (Eixo)	Volume de aterro (m ³)
Empresa	1.059,80 m ³
TCE-GO	13.653,57 m ³
Diferença em 600 m	12.593,80 m ³



Uso das Tecnologias Disponíveis

Aplicações em inspeções e auditorias

- **RODOVIA GO-454:**
 - Inspeção em fase de início das obras
 - Verificação da confiabilidade dos projetos
 - Resultados:
 - Falhas no cadastro dos pontos de controle
 - Erros acima dos limites de norma
 - Má caracterização da superfície
 - Risco de erros na volumetria

Uso das Tecnologias Disponíveis

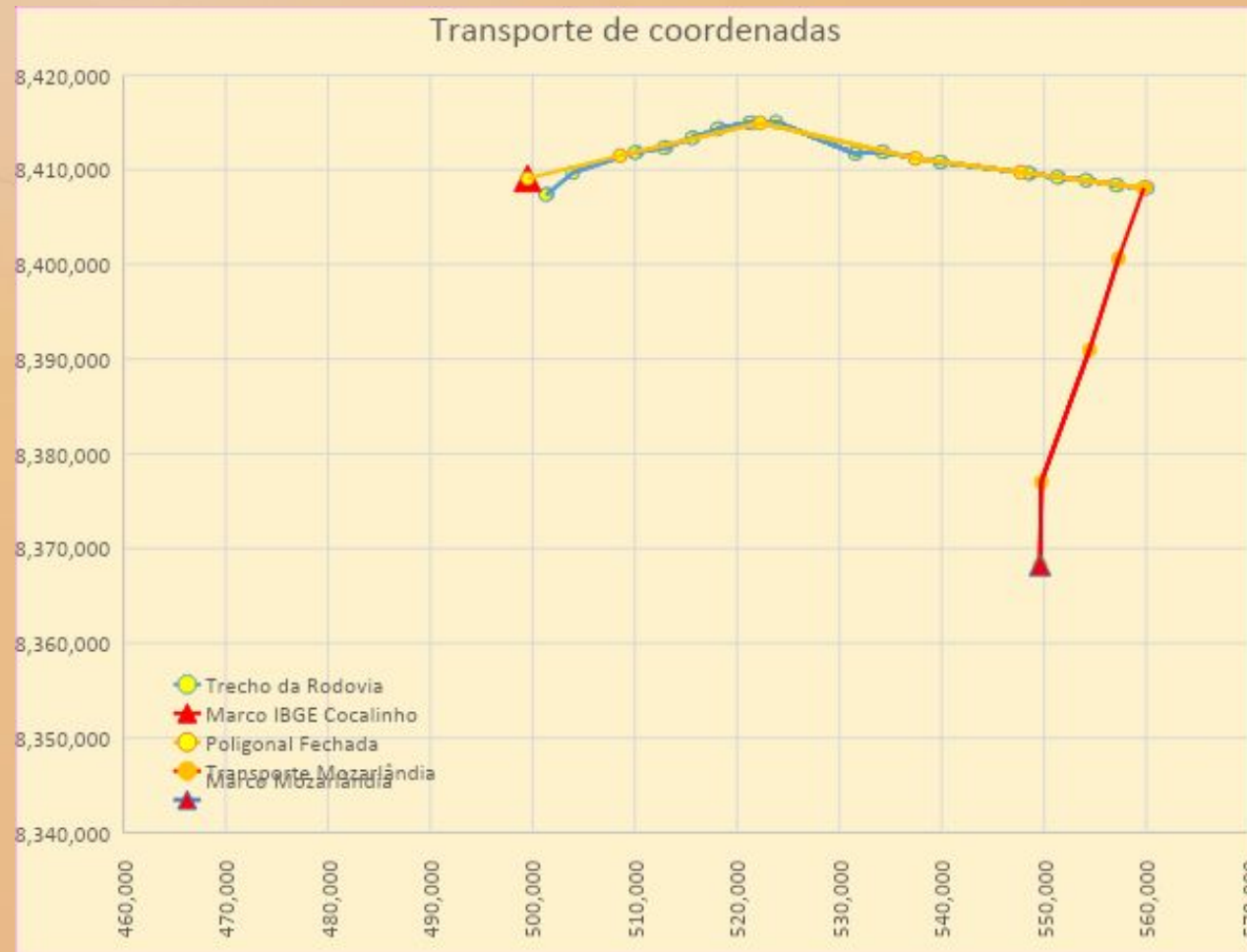
Aplicações em inspeções e auditorias

GO-454

Qualificação do transporte de coordenadas – TCE-GO

- Planimetria

Estação 91192	N (m)	E (m)
IBGE	8.409.094,136	499.507,947
TCE-GO	8.409.094,014	499.508,062
Diferença	-0,115	+0,122
Absoluto	±0,168	
Perímetro	103,13 km	
Erro/km	1,63 mm/km	



Uso das Tecnologias Disponíveis

Aplicações em inspeções e auditorias

GO-454

Qualificação do transporte das alturas – TCE-GO

- Altimetria

Intervalo	DN IBGE (m)	DN TCE-GO (m)	Dif DN (m)	Perímetro (m)	Erro DN (mm/km)
Parciais					
2323M – 2323P	-12,790	-12,686	-0,104	14.268,63	-7,29
2323P – 2323R	-4,969	-4,913	-0,056	3.641,52	-15,38
2323R – 2323S	1,110	1,122	-0,012	9.304,37	-1,29
2323S – 2323U	0,968	0,976	-0,008	15.577,65	-0,51
2323U – 2321J	24,149	24,017	0,132	39.726,37	3,32
Total					
2323M - 2321J	8,468	8,516	-0,048	44.080,20	-1,09



Uso das Tecnologias Disponíveis

Aplicações em inspeções e auditorias

GO-454

Controle Dif. TCE/Empresa

Controle Dif. TCE/Empresa

Controle Dif. TCE/Empresa

Superfície TCE/Empresa

Seção TCE/Empresa

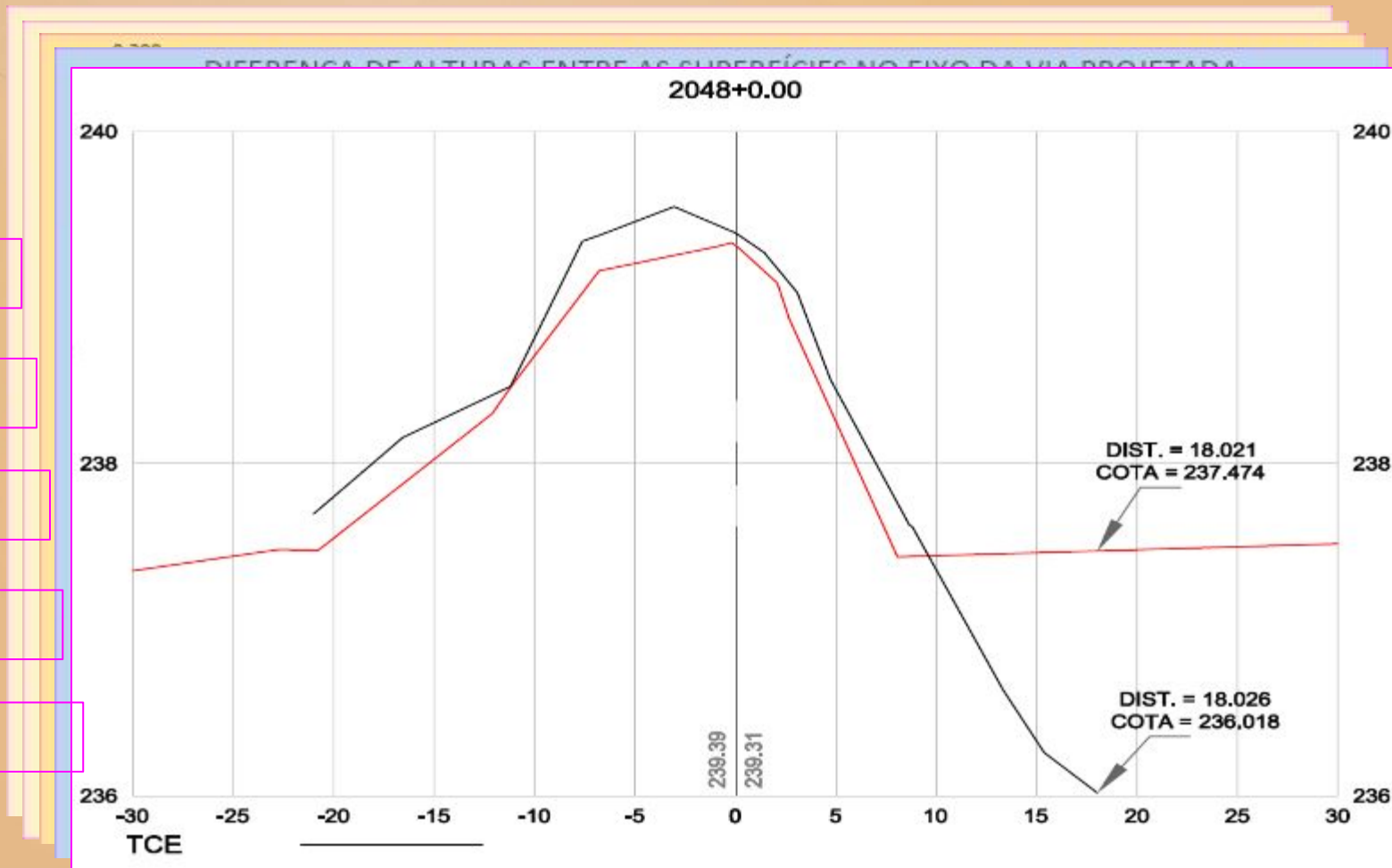


Imagem Lidar SEDE TCE-GO



Obrigado!